

النانو تكنولوجى وتطبيقاتها فى الطب والزراعة

أسامة عبد الرحمن

اسم العمل : النانو تكنولوجي وتطبيقاتها في الطب والزراعة
تأليف: أسامة عبدالرحمن
الطبعة الأولى: 2018/ 2019م – 1439/1438هـ
الناشر: دار زهور المعرفة والبركة
3 **ش مكة المكرمة الطريق الأبيض – أرض اللواء – الجيزة**
127 **ش أثر النبي – مصر القديمة – القاهرة**
المدير العام: أيمن حسانين حمدان
البريد الالكتروني: gaymanbook2011@gmail.com
تليفون: 01244391110 – 01021359064– 01229069318
رقم الإيداع: 14360 / 2018
الترقيم الدولي: 9789775172815

النانو تكنولوجي وتطبيقاتها
في الطب والزراعة

أسامة عبد الرحمن



دار الكتب المصرية

فهرسة أثناء النشر إعداد إدارة الشئون الفنية

عبدالرحمن ، أسامة .

النانو تكنولوجي وتطبيقاتها في الطب

والزراعة / اسامة عبدالرحمن، الجيزة:

دار زهور المعرفة البركة، **2018**.

ص، سم.

تدمك: **978 - 977 - 5172 - 81 - 5**

1- تكنولوجيا النانو.

2- التكنولوجيا الطبية.

أ. العنوان **620.5**

مقدمة

العلـم بحـر واسـع وعجلـة العلـم في تقـدم مسـتمر ولا تقـف أبـداً ولذلـك نجـد كل يـوم ماهـو جديـد في المجـالات العلميـة المختلفـة ومما لا شـك فيـه أن تقنيـة النانـو أضحـت موضـوع العلـم الحديـث ومحـور اهتمامـه وغـدت في طليعـة المجـالات الأكثـر أهميـة في الفيزيـاء والكيميـاء وعلـم الأحيـاء وغيرهـا .

وأصـل كلمـة النانـو مشـتق مـن الكلمـة الإغريقيـة نانـوس وتعنـي القـزم ويقصـد بهـا كل مـا هـو صغـير وتقنيـة النانـو تعنـي : تقنيـة المـواد متناهيـة الصغر أو التكنولوجيـا المجهريـة الدقيقـة وعلـم النانـو هـو دراسـة المبـادئ الأساسـية للجزيئـات والمركبـات التـي لا يتجـاوز قياسـها ال ١٠٠ نانـو مـتر.

ويعتمـد مبـدأ هـذه التقنيـة عـلى التقـاط الـذرات متناهيـة الصغـر لأي مـادة والتلاعـب بهـا وتحريكهـا مـن مواضعهـا الأصليـة إلى مواضـع أخـرى ثـم دمجهـا مـع ذرات لمـواد أخـرى لتكويـن شـبكة بلوريـة لكـي نحصـل عـلى مـواد نانويـة الأبعـاد متميـزة الخـواص عاليـة الأداء.

وسـيكون كلامنـا عـن النانـو فى خمسـة أبـواب الأول تعريـف بالعلـم وتاريخه وفوائـده والثانـى المجـالات التـى يمكـن تطبيـق هـذا العلـم فيهـا والثالـث والرابـع اثنـين مـن تلـك المجـالات لكـن بتفصيـا أكـبر وهمـا الطـب والزراعـة والبـاب الخامـس المخاطـر الناتجـة عـن اللعـب عـلى الترتيـب الـذرى للمـواد ومسـتقبل هـذا العلـم .

أسامة عبد الرحمن



الباب الأول

التعريف والتاريخ والأهمية

الباب الأول
التعريف والتاريخ والأهمية

تقنيـة الجزيئـات متناهيـة الصغـر أو تقنيـة الصغائـر أو تقنيـة النانو هـي العلم الـذي يهتـم بدراسـة معالجـة المـادة عـلى المقيـاس الـذري والجزيئـي وتهتـم تقنيـة النانـو بابتـكار تقنيـات ووسـائل جديـدة تقـاس أبعادهـا بالنانومـتر وهـو جـزء مـن الألـف مـن الميكرومـتر أي جـزء مـن المليـون مـن المللیمـتر وعـادة تتعامـل تقنيـة النانـو مـع قياسـات بـين ١ , ٠ إلى ١٠٠ نانومـتر أي تتعامـل مـع تجمعـات ذريـة تـتراوح بـين خمـس ذرات إلى ألـف ذرة وهـي أبعـاد أقـل كثـيراً مـن أبعـاد البكتيريـا والخليـة الحيـة وحتـى الآن لا تختـص هـذه التقنيـة بعلـم الأحيـاء بـل تهتـم بخـواص المـواد، وتتنـوع مجالاتهـا بشـكل واسـع مابـين أشـباه الموصـلات إلى طـرق حديثـة تمامـاً معتمـدة عـلى التجميـع الـذاتي الجزيئـي هـذا التحديـد بالقيـاس يقابلـه اتسـاع في طبيعـة المـواد المسـتخدمة، فتقنيـة النانـو تتعامـل مـع أي ظواهـر أو بنايـات عـلى مسـتوى النانـو الصغـير مثـل ظواهـر النانـو هـذه يمكـن أن تتضمـن تقييـد كمـي يـؤدي إلى ظواهـر كهرومغناطيسـية وبصريـة جديـدة للـمادة التـي يبلـغ حجمهـا بـين حجـم الجـزيء وحجـم المـادة الصلبـة المرئـي وتتضمـن ظواهـر النانـو أيضـاً تأثـير جيبـس تومسـون وهـو انخفـاض درجـة انصهـار مـادة مـا عندمـا يصبـح قياسـها نانويـاً، أمـا عـن بنايـات النانـو فأهمهـا أنابيـب النانوالكربونيـة.

يسـتخدم بعـض الكتـاب الصحفيـين أحيانـا مصطلـح تقنيـة الصغائـر للتعبـير عـن النانـو رغـم عـدم دقتـه، فهـو لا يحـدد مجالـه في تقنيـة النانـو أو الميكـرون إضافـة إلى التبـاس كلمـة صغائـر التـي قـد تفهـم بمعنـى جسـيم لأن البعـض يسـمي الجسـيمات بالدقائـق وعلـوم النانـو وتقنيـة النانـو إحـدى مجـالات علـوم المـواد واتصـالات هـذه العلـوم مـع الفيزيـاء، الهندسـة الميكانيكيـة

والهندسة الحيوية والهندسة الكيميائية تشكل تفرعات واختصاصات فرعية متعددة ضمن هذه العلوم وجميعها يتعلق ببحث خواص المادة على هذا المستوى الصغير.

وتكمن صعوبة تقنية النانو في مدى إمكانية السيطرة على الذرات بعد تجزئة المواد المتكونة منها فهي تحتاج بالتالي إلى أجهزة دقيقة جداً من جهة حجمها ومقاييسها وطرق رؤية الجزيئات تحت الفحص كما أن صعوبة التوصل إلى قياس دقيق عند الوصول إلى مستوى الذرة يعد صعوبة أخرى تواجه هذا العلم الجديد الناشئ بالإضافة إلى أنه ما يزال هناك جدل ومخاوف من تأثيرات تقنية النانو، وضرورة ضبطها.

تاريخ تقنية النانو

بعد صناعة المجاهر وتطويرها في عام ١٩٣٠م، ظهرت العديد من القدرات التي استطاع العلم إضافتها إلى التقنية عن طريق صناعة الأجهزة الأقل حجماً والأكثر قوة وكفاءة من الأحجام الأكبر، فتمكن المهندسون في بداية الأمر من صناعة قطع ولوحات إلكترونية تتعامل بوحدات الملليمتر التي يعبّر عنها من المتر ب١٠^٣ ولكن زادت الحاجة إلى لوحات وقطع إلكترونية أكثر تخصصاً ، فكان ما تلا ذلك هو الميكرو، الذي يعبّر عنه بـ ١٠^٦، وكان يعتبر نقلة نوعية في عالم صناعة التقنية، فاستطاع العالم عن طريقه إنتاج الهواتف الذكية والحاسبات الصغيرة ووحدات التخزين ذات الحجم الصغير، لكن لم يتوقف طمع العلم عند هذا الحد بل تجاوز ذلك بمراحل متعددة فبدأ العمل على التقنية الأصغر والأكثر رسوخًا ودقة، وهي تقنية النانو التي يعبر عنها من المتر بـ ١٠^٩.

والموصلات النانونية تعتمد فى التوصيل الكهربائي على التدفق الإلكتروني فقط كالتدفق النهري كمثال، وبالتالي فإنّ الإلكترون يحتاج إلى

المـرور بعمليـة تدفـق داخـل الموصـل كـما لـو أنـك تـرص بعـض الكـرات خلـف بعضهـا البعـض في طريـق، وتبـدأ كل واحـدة مـن الكـرات بالتدفـق والخـروج مـن الطـرف الآخـر واحـدة تلـو الأخـرى؛ وهـذا يحـدث بسـبب صغـر سـمك الموصـل التـي لا تسـمح بوجـود أكثـر مـن الكـترون فـوق بعضهـا البعـض وبالتـالي عـدم وجـود المجـال الـذي سـيولد قانـون أوم والمقاومـة الكهربائيـة.

وكشـفت أبحـاث ماريـان ريبولـد وزملائهـا في جامعـة درسـدن الألمانيـة الغطـاء عـن سر السـيف الدمشـقي المشـهور بقدرتـه الكبـيرة عـلى القطـع ومتانتـه المذهلـة ومرونتـه الكبـيرة، فقـد تبـين لهـا أنـه مصنـوع مـن مـواد مؤلفـة بمقيـاس النانومـتر، فأنابيـب الكربـون النانويـة التـي تعتـبر مـن أقـوى المـواد المعروفـة وذات المرونـة ومقاومـة الشـد المرتفعـة، أحاطـت بالأسـلاك النانويـة مـن السـمنتيت (**Fe_3C**) وهـو مركـب قـاس وقصـف.

منـذ آلاف السـنين قصـد البـشر اسـتخدام تقنيـة النانـو فعـلى سـبيل المثـال في صناعـة الصلـب والمطـاط كلهـا تمـت اعتـماداً عـلى خصائـص مجموعـات ذريـة نانوميتريـة في تشـكيلات عشـوائية وتتميـز عـن الكيميـاء في أنهـا لا تعتمـد عـلى الخـواص الفرديـة للجزيئـات الأولى إلى بعـض المفاهيـم المميـزة في تقنيـة النانـو في عـام **١٨٦٧** كاتـب جيمـس ماكسـويل عندمـا اقترحـت فكـرة تجربـة صغـيرة كيـان يعـرف ماكسـويل للشـيطان مـن معالجـة الجزيئـات الفرديـة في عـام **١٩٢٠** أدخـل ارفنـج لانجميـور وكاثريـن بلودجيـت مفهـوم نظـام **monolayer** أي طبقـة ذريـة واحـدة أو طبقـة مـادة يبلـغ سـمكها مقاييـس الـذرة وحصـل لانجميـور عـلى جائـزة نوبـل في الكيميـاء لعملـه.

وبـدأ اسـتخدام مفهـوم النانـو تكنولوجـي في عـام ١٩٥٩ لكنـه ظـل مفهومـاً نظريـاً حتـى عـام ١٩٨١، حينـما اكتشـف العلـماء مـا يعـرف بأسـلوب الفحـص المجهـري الأنبـوبي وهـو فحـص مجهـري بأسـلوب تكنولوجـي خـاص

لا يتم عن طريق الرؤية العادية عبر الميكروسكوب، وتمكنوا باستخدام هذا الأسلوب من رؤية هياكل الذرات الدقيقة والجزيئات المتناهية الصغر المكونة للكربون عامي ١٩٨١ و١٩٩١ وبعد عقود أجريت خلالها أبحاث أساسية وتطبيقية أخذ يتراكم مخزون يتنامى من المواد التي يمكن استخدامها في تصنيع أجهزة ومعدات النانو تكنولوجي وبدأ تصنيعها وتطويرها في مرافق منتشرة في أنحاء متفرقة من العالم واستخدمت في حوالي ٤٠٠ منتَج وخط إنتاج تشمل صناعة الأجهزة الالكترونية والأدوية ومواد التجميل وقطع السيارات والملابس وغيرها.

وطوال الفترة السابقة كان من يقومون بإنتاج المواد المستخدمة في تصنيع أجهزة وأدوات النانو تكنولوجي والمنتجات التي تستخدم فيها تلك التكنولوجيا هم الذين يتحملون مسئولية اختبار منتجات معينة ومدى مطابقتها لمعايير السلامة ومدى مراعاة تلك المعايير في أماكن العمل ومراقبة تأثيرها على الصحة العامة لكن الخبراء والمسئولين في الحكومة أخذوا يتساءلون بدرجة وأعداد متزايدة عما إذا كانت المعايير المستخدمة في قياس معايير السلامة وحماية البيئة وأماكن العمل التي وضعت قبل اكتشاف النانوتكنولوجي هي المعايير الملائمة لقياس ومراقبة معايير السلامة في عصر النانو تكنولوجي، التي تشمل طائفة واسعة النطاق من الأساليب التكنولوجية وعمليات التصنيع والمنتجات وظهر العديد من المزايا والمنافع لاستخدام النانو تكنولوجي، ونبع ذلك من حقيقة أن المواد المصنعة بأسلوب النانو تكنولوجي تختلف تماماً في خصائصها وتكوينها الكيماوي والطبيعي والبيولوجي عن المواد التقليدية المعتاد استخدامها في الحياة اليومية بكميات كبيرة.

تقنية النانو

لقـد كان التطـور التقنـي الهائـل هـو السـمة الفريـدة في القـرن العشريـن الـذي ودعنـاه قبـل بضـع سـنوات، وقـد أجمـع الخـبراء عـلى أن أهـم تطـور تقنـي في النصـف الأخـير منـه هـو اخـتراع إلكترونيـات السـيليكون أو الترانزيسـتور والمعامـل الإلكـتروني، فقـد أدى تطويرهـا إلى ظهـور مـا يسـمى بالشرائـح الصغـيرة التـي أدت إلى ثـورة تقنيـة في جميـع المجـالات مثـل الاتصـالات والحاسـب والطـب وغيرهـا فحتـى عـام **١٩٥٠** لم يوجـد سـوى التلفـاز الأبيض والأسـود، وكانـت هنـاك فقـط عـشرة حاسـبات في العـالم أجمـع ولم تكـن هنـاك هواتـف نقالـة أو سـاعات رقميـة أو الإنترنـت، كل هـذه الاختراعـات يعـود الفضـل فيهـا إلى الشرائـح الصغـيرة التـي أدى ازديـاد الاقـدام عـلي تصنيعهـا إلى انخفـاض أسـعارها بشـكل سـهل دخولهـا في تصنيـع جميـع الإلكترونيـات الاسـتهلاكية التـي تحيـط بنـا اليـوم وخـلال السـنوات القليلـة الفائتـة، بـرز إلى الأضـواء مصطلـح جديـد ألقـى بثقلـه عـلى العـالم وأصبـح محـط الاهتـمام بشـكل كبـير، هـذا المصطلـح هـو تقنيـة النانـو.

هـذه التقنيـة الواعـدة تبـشر بقفـزة هائلـة في جميـع فـروع العلـوم والهندسـة، ويـرى المتفائلـون أنهـا سـتلقي بظلالهـا عـلى كافـة مجـالات الطـب الحديـث والاقتصـاد العالمـي والعلاقـات الدوليـة وحتـى الحيـاة اليوميـة للفـرد العـادي فهـي وبـكل بسـاطة سـتمكننا مـن صنـع أي شيء نتخيلـه وذلـك عـن طريـق صـف جزيئـات المـادة إلى جانـب بعضهـا البعـض بشـكل لا نتخيلـه وبأقـل تكلفـة ممكنـة، فلنتخيـل حاسـبَات خارقـة الأداء يمكـن وضعهـا عـلى رؤوس الأقـلام والدبابيـس، ولنتخيـل أسـطولاً مـن روبوتـات النانـو الطبيـة التـي يمكـن لنـا حقنهـا في الـدم أو ابتلاعهـا لتعالـج الجلطـات الدمويـة والأورام والأمـراض المسـتعصية.

والنانــو مجــال العلــوم التطبيقيــة والتقنيــة تغطــي مجموعــة واســعة مــن المواضيع لتوحـد الموضـوع الرئيـسي والهـدف هـو السـيطرة عـلى أي أمـر مـن حجـم أصغـر مـن الميكروميتر،وهـو ميـدان متعـدد الاختصاصـات العاليـة، مسـتفيدا مـن المجـالات مثـل علـم صمغـي الجهـاز مـدد الفيزيـاء والكيميـاء وأصـل كلمـة النانـو مشـتق مـن الكلمـة الاغريقيـة نانـوس وهـي كلمـة إغريقيـة تعنـي القـزم ويقصـد بهـا، كل شيء صغـير وهنـا تعنـي تقنيـة المـواد المتناهيـة في الصغـر أو التكنولوجيـا المجهريـة الدقيقـة أوتكنولوجيـا المنمنـمات وعلـم النانـو هـو دراسـة المبـادئ الأساسـية للجزيئـات والمركبـات التـي لا يتجـاوز قياسـها الـ ١٠٠ نانـو مـتر، فالنانـو هـو أدق وحـدة قيـاس مترية معروفـة حتـى الآن ، ويبلغ طولـه واحـد مـن مليـار مـن المـتر أي مـا يعـادل عـشرة أضعـاف وحـدة القيـاس الـذري المعروفـة بالأنجسـتروم ، ويعـرَّف النانومـتر بأنـه جـزء مـن المليـار مـن المـتر، وجـزء مـن الألـف مـن الميكرومـتر ولتقريـب هـذا التعريـف إلى الواقـع فـان قطـر شـعرة الـرأس يسـاوي تقريبـا ٧٥٠٠٠ نانومـتر، كـما أن حجـم خليـة الـدم الحمـراء يصـل إلى ٢٠٠٠ نانومـتر، ويعتـبر عـالم النانـو الحـد الفاصـل بـين عـالم الـذرات والجزيئـات وبـين عـالم الماكـرو.

لنتخيـل شـيئا في متنـاول أيدينـا عـلى سـبيل المثـال مكعـب مـن الذهـب طـول ضلعـه مـتر واحـد ولنقطعـه بـأداة مـا طـولاً وعرضـاً وارتفاعـا سـيكون لدينـا ثمانيـة مكعبـات طـول ضلـع الواحـد منهـا ٥٠ سـنتيمتراً، وبمقارنـة هـذه المكعبـات بالمكعـب الأصـلي نجـد أنهـا سـتحمل جميـع خصائصـه كاللـون الأصفـر اللامـع والنعومـة وجـودة التوصيـل ودرجـة الانصهـار وغيرهـا مـن الخصائـص ماعـدا القيمـة النقديـة بالطبـع، ثـم سـنقوم بقطـع واحـد مـن هـذه المكعبـات إلى ثمانيـة مكعبـات أخـرى، وسـيصبح طـول ضلـع الواحـد منهـا ٢٥ سـنتيمتراً وسـتحمل نفـس الخصائـص بالطبـع، وسـنقوم بتكـرار هـذه العمليـة عـدة مـرات وسـيصغر المقيـاس في كل مـرة مـن السـنتيمتر إلى المليمـتر وصـولاً

إلى الميكرومتر وبالاستعانة بمكبر مجهري وأداة قطع دقيقة سنجد أن الخواص ستبقى كما هي عليه وهذا واقع مجرب في الحياة العملية فخصائص المادة على مقياس الميكرومتر فأكبر لا تعتمد على الحجم.

وعن التحديات التى تواجه النانو فبالعودة إلى موضوع الشرائح الصغيرة، قد يكون من المناسب أن نذكر القانونين التجريبين الذين وضعهما جوردون مور رئيس شركة إنتل العالمية ليصف بهما التغير المذهل في إلكترونيات الدوائر المتكاملة.

فقانون مور الأول ينص على أن المساحة اللازمة لوضع الترانزيستور في شريحة يتضاءل بحوالي النصف كل ١٨ شهراً هذا يعني أن المساحة التي كانت تتسع لترانزستور واحد فقط قبل ١٥ سنة يمكنها أن تحمل حوالي ١,٠٠٠ ترانزستور في أيامنا هذه.

قانون مور الثاني ويحمل أخباراً قد تكون غير مشجعة ؛ كنتيجة طبيعية للأول فهو يتنبأ بأن تكلفة بناء خطوط تصنيع الشرائح تتزايد بمقدار الضعف كل ٣٦ شهراً.

إن مصنعي الشرائح قلقون بشأن ما سيحدث عندما تبدأ مصانعهم بتصنيع شرائح تحمل خصائصاً نانوية ليس بسبب ازدياد التكلفة الهائل فحسب، بل لأن خصائص المادة على مقياس النانو تتغير مع الحجم، ولا يوجد هناك سبب محدد يجعلنا نصدق أن الشرائح ستعمل كما هو مطلوب منها، إلا إذا تم اعتماد طرق جديدة ثورية لتصميم الشرائح المتكاملة في عام ٢٠١٠ أصبحت جميع المبادئ الأساسية في صناعة الشرائح قابلة للتغيير وإعادة النظر فيها بمجرد أن نبدأ بالانتقال إلى الشرائح النانوية منذ أن وضع مور قانونيه التجريبيين، وإعادة تصميم وصناعة الشرائح لن تحتاج

إلى التطوير فحسب ؛ بل ستحتاج إلى ثورة تتغير معها المفاهيم والتطلعات هذه المعضلات استرعت انتباه عدد من كبرى الشركات وجعلتهم يبدأون فى إعادة حساباتهم وتسابقهم لحجز موقع استراتيجي في مستقبل شرائح النانو.

مبادئ تميز تقنية النانو:

هناك العديد من المبادئ التي تتميز بها تقنية النانو عن التقنيات المعروفة لدينا وهي سبب اهتمام العلماء بالوصول إلى هذا الحجم النانوي فقد يخطر على بال الإنسان ان يتسائل ما الفائدة من هذه التقنية ولماذا نحتاج إلى الوصول لهذا الحجم الدقيق وهو السؤال الذي طرحه العالم الفيزيائي ريتشارد فاينمان وأجاب عنه العالم الفلسطيني منير نايفة ونعرض أهم هذه المبادئ والفائدة منها:

- إمكانية بناء أي مادة في الكون لأن الذرة هي وحدة البناء لكل المواد.
- إمكانية التحكم بتحريك الذرات منفردة وإعادة ترتيبها .
- اكتشاف خصائص مميزة للمواد يستفاد منها في الكثير من االختراعات والمجالات التطبيقية.
- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو تختلف عن الخصائص لنفس المادة في الحجم الطبيعي تربط العلوم وتشجع الجميع باختالف تخصصاتهم العلمية على الدخول في مجالها والتعاون فيما بينهم تعتمد تقنية النانو على مبادئ الفيزياء والكيمياء واألحياء والهندسة الكهربية والاليكترونية.
- تصبح خصائص المواد والآلات أفضل أفهي أصغر وأخف وأقوى وأسرع وأرخص وأقل استهالكاً اقة للط إمكانية التحكم بالذرات في صنع المواد والآلات وتنقيتها من الشوائب وتخليصها من العيوب تعتمد تقنية النانو على الأبحاث فتحول الخيال العلمي إلى واقع حقيقي .

خواص المواد النانوية:

يمكـن القـول أن المـواد النانويـة هـي تلـك الفئـة المتميـزة مـن المـواد المتقدمـة التـي يمكـن إنتاجهـا بحيـث تـتراوح مقاييـس أبعادهـا أو أبعـاد حبيباتهـا الداخليـة بـين ١ نانومـتر و١٠٠ نانومـتر وقـد أدى صغـر هـذه المـواد إلى أن تختلـف صفاتهـا عـن المـواد الأكـبر حجـماً وتعـد هـذه المـواد هـي مـواد البنـاء للقـرن الحـادي والعشريـن وركـن مهـم مـن أركان تكنولوجيـات هـذا القـرن وتتنـوع المـواد النانويـة مـن حيـث المصـدرا وتختلـف باختالـف نسبها اكأن تكـون مـوادّ عضويـة أو غـير عضويـة .

الخصائص الميكانيكية

حاليـاً رأس الحفـار الـذى يقـوم بالحفـر فى باطـن الأرض وكان يصنـع مـن المـاس يتـم صناعتـة حاليـاً مـن الكربـون ، لأن لـه صلابـة تفـوق المـاس، ومـن هنـا بـدأ العـالم يتجـه لهـذه الصناعـات ويطلـق عليهـا تقنيـة الفقـراء.

الخصائص الضوئية

الذهـب حينـما نصـل بـه لأحجـام معينـة فى الجزئيـات يعطـى ألـوان مختلفـة ، فمثـلاً ٥ نانـو يكـون أحمـر ، ١٠ نانـو يكـون أخـضر وهكـذا ، فباختـلاف حجـم الجزئيـات يختلـف اللـون.

درجة الانصهار

تتأثـر قيـم درجـات حـرارة انصهـار المـادة بتصغـير أبعـاد مقاييـس حبيباتهـا فمثـال درجـة انصهـار الذهـب هـي ١٠٦٤ هـذا قمنـا بإنقـاص أقطـار حبيبـات الذهـب درجـة مئويـةا فـإن درجـة الانصهـار تنقـص حـوالي ٥٠٠ درجـة مئويـة.

الخواص المغناطيسية

تعتمـد قـوة المغناطيـس اعتـمادا عـلى المـادة المصنـوع منهـا المغناطيـسا وكلـما

صغر حجم الجسيمات النانوية وتزايدت مساحة أسطحها الخارجية ووجود الذرات على تلك الأسطح كلما زادت قوة المغناطيس وشدته.

الخواص الكهربائية

إن صغر أحجام حبيبات المواد النانوية يؤثر إيجاباً على خواصها الكهربائية حيث تزداد قدرة المواد على توصيل التيار الكهربائي، حيث تستخدم المواد النانوية في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الاليكترونية في الأجهزة الحديثة وهي ذات مواصفات تقنية عالية.

سبب اختلاف خواص الجسيمات النانوية :

١. **حجم الجسيمات**: إن خصائص المواد كالتوصيل واللون لا تتغير بتغير الحجم، إلا عندما يصل حجمها إلى مقياس النانومتر فإن خصائصها تتغير، مثال السليكون بالحجم الطبيعي يعتبرمادة معتمة لا تشع، أما عندما يكون بحجم ١ نانومتر يشع بالأزرق، وعندما يكون بحجم نانومتر يشع باللون الأحمر.

٢. **شكل الجسيمات**: تعتمد خصائص الجسيم النانوي على الشكل الذي يكون كروياً أو أنبوبياً أو سداسياً أو غيرها من الأشكال.

٣. تركيب الجسيمات: أي ما نوع الذرات أو الجزيئات التي يتركب منها الجسيم النانوي وما عددها.

٤. **درجة التجمع**: بعض الجسيمات النانوية تكون الجزيئات أو الذرات فيها متباعدة، والبعض الآخر تكون جزيئاتها أو ذراتها متكتلة ملاصقة لبعضها البعض، واختلاف درجة تجمع الجزيئات من جسيم لآخر يسبب تغير الخصائص.

٥. التوزيع: قد يكون توزيع الجزيئات أو الذرات داخل الجسيم منتظماً أو غير منتظم، وقد يكون مستقراً في المحلول فيشع المحلول كله أو غير مستقر، فمثال جزيئات السيلكون موزعة بانت لكن بعد تركها لعدة

أيـام يصبـح توزيعهـا غـير منتظـم وتنـزل للقـاع فـلا يعـد المحلـول يشـع بالكامـل.

٦. **الحـصر الكمـي**: فبعـض المـواد تكـون محصـورة ببعديـن فتكـون حركـة الإليكترونـات فى اتجـاه واحـداً وبعـض المـواد تكـون محصـورة في بعـد واحـد فتكـون حركـة الإليكترونـات في اتجاهـين.

أشكال المواد النانوية:

تتخـذ المـواد النانويـة أشـكالاً عـدة ًلكل منهـا تركيـب وخصائـص ومقياس لقطرهـا وطولهـا ًولـكل منهـا اسـتخدامات مميـزة أيضـا ًويمكـن تصنيـف المـواد النانويـة حسـب الشـكل إلى :

١- النقاط الكمية

هـي عبـارة عـن تركيـب نانـوي شـبه موصـل ثلاثـي الأبعـاد يـتراوح بعـدة بـين ٢ و١٠ نانومـتراً وهـذا يقابـل ٥٠ -١٠ ذرة في القطـر الواحـداً و ١٠٠٠٠٠ -١٠٠ ذرة في حجـم النقطـة الكميـة الواحـدة وعندمـا يكـون قطـر النقطـة الكميـة يسـاوي ١٠ نانومـتر فإنـه إذا رصفنـا ٣ ملايـين نقطـة كميـة بجانـب بعضهـا البعـض نحصـل عـلى طـول يسـاوي عـرض إصبـع إبهـام الإنسـان.

٢- الفولورين

تركيـب نانـوي غريـب آخـر للكربـون وهـو عبـارة عـن جـزيء مكـون مـن ٦٠ ذرة كربـون ورمـز لهـا بالرمـز C٦٠، وقـد اكتشـف عـام ١٩٨٥ إن جـزيء الفولوريـن كـروي يشـبه كـرة القـدم المنقطـة ويحـضر منـذ اكتشـافه وحتـى الآن بكميـات تجاريـةً وقـد سـمي بالفولوريـن نسـبة للمختـرع والمهنـدس المعـماري بكمنسـتر فولـر وقـد نشـأ فـرع كيميـاء جديـد يسـمى الفولوريـن حيـث عـرف أكثـر مـن ٩٠٠٠ مركـب فولوريـن منـذ عـام ١٩٩٧ وظهـرت تطبيقـات مختلفـة لـكل مـن هـذه المركبـات كـما اكتشـفت أشـكال أخـرى منهـا كالفولوريـن

المخروطي والأنبوبي والكروي.

الكرات النانوية

من أهمها كرات الكربون النانوية التي تنتمي إلى فئة الفولورينات من مادة C٦٠ لكنها تختلف بالتركيب حيث أنها متعددة القشرة، كما أنها خاوية المركز والكرات النانوية لا يوجد عنها قليلاً على سطحها فجوات وبسبب أن تركيبها يشبه البصل فقد سماها العلماء البصلة، وقد يصل قطر الكرة الواحدة إلى ٥٠٠ نانومتر أو أكثر.

الجسيمات النانوية:

على الرغم من أن كلمة الجسيمات النانوية حديثة الاستخدام، إلا أن هذه الجسيمات كانت موجودة في المواد المصنعة أو الطبيعية منذ قديم الزمان ويمكن تعريف الجسيمات النانوية على أنها عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها من بضع ذرات (جزيء) إلى مليون ذرة، وتكون مرتبطة مع بعضها البعض بشكل كروي تقريباً ونصف قطره أقل من ١٠٠ نانومتر.

عندما يصل حجم الجسيم النانوي إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى البئر الكمي، اما عندما يكون حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي، وعندما يكون ب ٣ أبعاد تسمى النقط الكمية ولا بد هنا من الإشارة إلى أن التغيير في الأبعاد النانوية في التركيبات الثلاثة السالفة الذكر سوف يؤثر على الخصائص الإليكترونية لها، مما يؤدي إلى حدوث تغير كبير في الخصائص الضوئية للتركيبات النانوية.

- الأنابيب النانوية :

هي عبارة عن شرائح تطوى بشكل اسطواني، وغالباً تكون نهاية

الأنبوب مفتوحة والأخرى مغلقة بشكل نصف دائرة تصنع من مواد عضوية (كربون) أو مواد غير عضوية (أكاسيد الفلزات كأكسيد الفناديوم والمنجنيز) وتتمتع هذه الأنابيب بالقوة والصلابة والنقل الكهربائي لكن أكاسيد الفلزات تكون أثقل وأضعف من أنابيب الكربون ويتراوح قطر الأنبوب النانوي بين ١ نانومتر و١٠٠ نانومتر وطولها يبلغ ١٠٠ ميكرومتر ليشكل سلك نانوي للأنابيب النانوية عدة أشكال، فقد تكون مستقيمة، لولبية، متعرجة، خيزرانية، أو مخروطية وغير ذلك.

-الألياف النانوية

لاقت هذه المواد اهتماماً كبيراً مؤخراً لأهميتها الصناعية وتتخذ عدة أشكال وتتميز بأن نسبة مساحة سطحها إلى حجمها كبيرة حيث أن عدد ذرات السطح كبيرة بالنسبة للعدد الكلي وهذا ما يكسبها خواص ميكانيكية مميزة كالصلابة وقوة الشد وغيرها لكنها تعاني من صعوبة التحكم فى استمرارها واستقامتها وتراصفها.

-المركبات النانوية :

وهي عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيع تلك المواد.

الباب الثانى

مجالات تطبيق النانو تكنولوجى

الباب الثاني
مجالات تطبيق النانو تكنولوجي

تطبيقات النانو تكنولوجي:

مما لا شك فيه أن هناك حاجة ملحة لمرور بعض الوقت حتى نرى تطبيقات أكثر لهذه التقنية على أرض الواقع ، فقد نحتاج لفترة زمنية تتراوح ما بين ١٠ إلى ١٥ عاماً قبل أن ينتج سوبر كمبيوتر بحجم المعصم وسيكون لكل مجال حظه الوافر من هذه التقنية ولا نستطيع أن نعرّج هنا على كل المجالات، ولكن سيكون للمجال الطبى الحظ الأوفر من هذه التقنية ، فسيصبح للأطباء القدرة على السيطرة على بعض الأورام الصغيرة التي لا يمكن التأثير عليها في السابق وقد تمكن باحثون في جامعة هانج يانج بكوريا الجنوبية من إدخال جسيمات نانوية من الفضة إلى المضادات الحيوية ، ومن المعروف أن الفضة قادرة على قتل حوالي ٦٥٠ جرثومة دون أن تؤذي الجسم البشري كما سيتمكن العلماء من خلال تقنية النانو من صنع سفينة فضائية في حجم الذرة يمكنها الإبحار في جسد الإنسان لإجراء عملية جراحية والخروج من دون جراحة ولقد دخلت صناعة النانو حيز التطبيق في مجموعه من السلع التي تستخدم الأكاسيد النانوية على أنواعها(، خصوصاً في مواد التجميل والمراهم المضادة للأشعة وهذه الجسيمات النانوية تحجب الأشعة فوق البنفسجية كلها ويبقى المرهم في الوقت نفسه شفافا. كما يتوقع أن تساهم تقنية النانو فى تنقية مياه الشرب وذلك برش قليل من جسيمات نانوية داخل أنابيب المياه لتنقيتها من أدق الجزيئات والرواسب العالقة بها أما فى المجال العسكرى ، فحدث و لا حرج ، فيمكن من خلال تقنية النانو الدخول في صناعات الموجات الكهرومغناطيسية التي تتمكن

بمجـرد ملامسـتها للجسـم مـن إخفائـه مثـل الطائـرة أو السـيارة ومـن ثـم لا يراهـا الـرادار ويعلـن اختفاءهـا وبالنانـو سـيكون بمقدورنـا صنـع سـيارة في حجـم الحشرة وطائـرة في حجـم البعوضـة وزجـاج طـارد للأتربـة وغـير موصـل للحـرارة وأيضـاً صناعـة الأقمشـة التـي لا يخترقهـا المـاء بالرغـم مـن سـهولة خـروج العـرق منهـا وفى مجـال الحاسـبات الرقميـة سـيظهر فى القريـب العاجـل حاسـبات ذات ذاكـرة نانويـة قـادرة عـلى حفـظ المعلومـات أكثـر بـآلاف المـرات مـن الذاكـرة الموجـودة حاليـاً.

سـوف نتحـدث عـن مجـالات اسـتخدام تقنيـة النانـو في الوقـت الحـاضر في مختلـف النواحـي ومجـالات الحيـاة ومـا يهـم مـن هـذه التقنيـة أن العلـماء يسـعون لاسـتخدامها في خدمـة البشريـة.

تُسـتخدم هـذه التكنولوجيـا الدقيقـة جـدّاً في كافّـة مجـالات الحيـاة ، فعـلى سـبيل المثـال هُنـاك في عـالم الإليكترونيـات الدقيقـة مـا يُسـمّى بأشـباه الموصـلات ، وهـي مـوادّ تجمـع بـين الخـواصّ الفلزّيـة واللافلزيّـة ، ويمكـن اسـتخدام هـذا التبايـن في السـلوك الفيزيائـي والكيميائـي لصالـح العلـم الحديـث ، فتـبرز هُنـا التكنولوجيـا الدقيقـة (النانـو) في جعـل هـذِه المـواد أشـباه الموصلـه مـوادّاً ذات خصائـص إليكترونيـة عـن طريـق قـذف السـبائك المعدنيـة لهـذه الأشـباه -كعنـصر السـيليكون - مثـلاً بعنـاصر دقيقـة بدقّـة النانـو كدقائـق الفسـفور مثـلاً ، لتتشـكّل لدينـا مـا يسـمّى بالدايـودات والترانزسـتورات ، وهـيَ مـن الرقائـق المسـتخدمة في صناعـة الحاسـبات ، ووحـدات المعالجـة المركزيـة ، وكافّـة الأجهـزة الاليكترونيـة .

الأغذية النانوية

تعـد عمليـة إنتـاج الأغذيـة الجديـدة ضمـن مجـال المنتجـات الاسـتهلاكية القائمـة عـلى تقنيـة الصغائـر التـي تظهـر فيالأسـواق بمعـدل مـن ٣ إلى ٤ سـلع

أسـبوعياً، بنـاءاً عـلى مـا أورده مـشروع تقنيـة النانـو الناشـئة (**PIN**)، الـذي اعتمـد في تقريـره عـلى جَـردٍ أُجـري عـلى نحـو ٦٠٩ منتـج نانـوي سـواءً معـروف أو مزعـوم وتتضمـن قائمـة (**PIN**) ثلاثـة أطعمـة – وهـي نوعـاً مـن زيـوت الكانـولا ويطلـق عليـه (كانـولا أكتـف أويـل)، ونوعـاً مـن الشـاي يطلـق عليـه (نانـو تي) بالإضافـة إلى موجـة مـن شـكولاته التغذيـة يطلـق عليهـا (نانوسـيوتيكال سـليم شـيك شـوكلات) وبنـاءً عـلى معلومـاتٍ لشركـةٍ نشرتهـا عـلى موقـع (**PIN**) الإلكـتروني، فـإن زيـت كانـولا الـذي تنتجـه شركـة شـيمن فى إسرائيـل يحتـوي عـلى مـادة مضافـة تسـمى نقـاط نانويـة صممـت لحمـل الفيتامينـات والمعـادن والمـواد الكيميائيـة النباتيـة عـبر الجهـاز الهضمـي واليوريـا.

كـما أنـه بنـاءاً عـلى معلومـاتٍ مـن مصنـع شركـة آر بي سي علـوم الحيـاة الأمريكيـة الصناعيـة، فـإن الموجـة تسـتخدم مكسـب الكـوكا كتـل نلنويـة بهـدف دعـم وتحسـين المـذاق والفوائـد الصحيـة للكـوكا بـدون الحاجـة إلى إضافـة مزيـد مـن السـكر.

الأدوات المنزلية:

لعـل أشـهر تطبيـقٍ لتقنيـة الصغائـر في مجـال الأدوات المنزليـة هـو التنظيـف الـذاتي أو الأسـطح سـهلة التنظيـف عـلى السـيراميك أو الزجـاج حيـث حسـنت جزيئـات السـيراميك النانويـة مـن نعومـة ومقاومـة الحـرارة للأجهـزة المنزليـة العامـة ومنهـا المكـواة.

البصريات:

تتوافـر فى الأسـواق الآن أول نظـارةٍ شمسـيةٍ تسـتخدم طـلاءات البوليمـر الرقيقـة جـداً الحاميـة والمضـادة للانعـكاس كـما توفـر في مجـال البصريـات طـلاءات سـطحية مقاومـة للخـدش باسـتخدام مكونـاتٍ نانويـةٍ بالإضافـة إلى

أن بصريات النانو قد تسمح بزيادة دقة تصحيح بؤبؤ العين والأشكال الأخرى من جراحات ليزر العين وأيضاً تستخدم في صناعة قرنية للعين .

الأنسجة:

تستخدم الألياف النانوية بالفعل في تصنيع أقمشةٍ طاردةٍ للمياه والبقع بالإضافة إلى كونها مقاومة للانكماش والتجعد كما قد يتم غسل الأقمشة ذات التشطيب النانوي مراتٍ أقلٍ وعلى درجات حرارةٍ أكثر انخفاضاً في حين استخدمت تقنية النانو لتكامل ودمج أغشية جزيئات الكربون الصغيرة وكذلك ضمان حماية كامل السطح من التغيرات الكهربائية الساكنة بالنسبة لمرتدي تلك الأقمشة وقد تم تطوير العديد من التطبيقات الأخرى ومنها معمل أنسجة تقنية النانوالموجود بجامعة كورنيل.

مستحضرات التجميل:

تتمثل أحد مجالات تطبيقات تقنية النانو في الواقيات من أشعة الشمس حيث تعاني طريقة الحماية التقليدية من الأشعة فوق البنفسجية من افتقارها إلى الاستقرار على المدى الطويل إلا أن الواقيات من الشمس القائمة على جزيئات النانو المعدنية ومنها ثاني أكسيد التيتانيوم توفر المزيد من المزايا، حيث يكون لجزيئات أكسيد التيتانيوم النانوي تاثيراً مقارناً في خاصية الحماية من أشعة الشمس فوق البنفسجية كما هو الحال في المواد السائبة ولكنها تفقد عملية التبييض الغير مرغوبة للمستحضرات الأخرى حيث أن حجم الجزيء يتناقص.

في مجال الطب:

يعتبر الطب من العلوم التي حدث فيها طفرات متعددة بعد اكتشاف النانو ، بسبب التطبيقات المتعددة التي تطورت بعد ذلك للوقوف بجانب

المرضى لتحقيق كثير من عمليات التشخيص والعلاج لهم باستخدام تقنيات النانو ومن أهم ميزات وتطبيقات النانو فى هذا المجال(تكنولوجيا النانو لعلاج إصابات الحبل الشوكى- التصوير الطبي - مسحوق النانو - الحوامل النانومترية -علاج السرطان - الأنابيب النانومترية - الأجهزة الحيوية النانومترية-......)

فى مجال الصناعة :

- - صناعة الطائرات والسيارات: تقدّم تقنية النانو الكثير لتحسين الصناعة في هذا المجال، فمثلا تتدخل في صناعة الأبواب والمقاعد و الدعامات، ومن أهم مميزات هذه القطع المحسّنة أنها صلبة وذات مرونة عالية في نفس الوقت كما أنها تتميز بخفة وزنها ومن ميزات القطع المحسنة المستخدمة في صناعة الأجزاء الداخلية أنها تقلل من استهلاك الوقود كما أنها ستساعد في صنع محركات نفاثة تتميز بهدوئها وأدائها العالي.

وتدخل النانو أيضاً في تحسين الزجاج بشكل عام وتحسين زجاج النوافذ بشكل خاص حيث يصبح عالي الشفافية، وذلك باستخدام نوع معين من جسيمات النانو في صناعة نوع من الزجاج يعرف باسم الزجاج النشط، حيث أن هذه الجسيمات تتفاعل مع الأشعة الفوق بنفسجية فتهتز مما يزيل الرواسب والأوساخ والغبار الملتصق بالسيارات كما أن هذه الجسيمات تتميز بأنها تشكل سطحاً قابلاً للماء مما يجعل تنظيفها أمراً سهلاً لدرجة أنه أطلق عليه اسم زجاج التنظيف الذاتي.

- -صناعة النظارات الشمسية: قامت شركة النظارات الشمسية **sunglasses** بتصنيع طلاء بلاستيكي مقاوم للخدش والانعكاس وأنتجت نظارات النانو ذات الكفاءة العالية والخصائص المميزة ، ويعتبر سعر هذه النظارات معقولاً نظراً لصغر الكمية المطلوبة من جسيمات

النانــو في تصنيعهــا.

- – صناعــة الملابــس: ســتكون مقاومــة للبقــع والســوائل، وســتحمي مــن أضرار الأشـعة فـوق البنفسـجية والأهـم مـن ذلـك كلـه أن تلـك الملابـس سـتكون قـادرة عـلى توفـير الاتصـال بالانترنـت، وإعـادة شـحن الأجهـزة، ومراقبــة الحالــة الصحيــة لمرتديهــا.
- – المنتجـات الرياضيـة: تسـتخدم تقنيـة النانـو في هـذا المجـال بشـكل عـام لهدفــين، أولاً لتقويــة الأدوات الرياضيــة، وثانيــاً لإكســابها مرونــة وخفــة حيـث أن بعـض جسـيمات النانـو أقـوى بمئـة مـرة مـن المعـدن الصلـب وأخـف منـه بسـت مـرات ومـن المنتجـات التـي تـم تحسـينها: مضـارب الهوكــي، مضــارب البيســبول، مضــارب وكــرات التنــس، كــرات الجولــف.
- – صناعـة الدهانـات والأصبـاغ: تتميـز هـذه الدهانـات بـأن لهـا قـدرة عـلى مقاومــة الخــدش والتــآكل والتفتــت ممــا ســيجعلها مناســبة تمامــاً لدهــن الســفن والمراكــب.

التطبيقات الصحية:

ومـن أهمهـا سـوائل النانـو المضـادة للبكتيريـا والميكروبـات المسـئولة عـن الكثـير مـن الأمـراض وتتميـز هـذه المطهـرات بعـدم تأثيرهـا عـلى الأسـطح فهـي لا تسـبب التـآكل ولا الصـدأ أيضـاً تمكـن باحثـون في جامعـة هانـج يانـج بكوريا الجنوبيـة مـن إدخـال نانـو الفضـة عـلى المضـادات الحيويـة ومـن المعـروف أن الفضـة قـادرة عـلى القضـاء عـلى حـوالي ٦٥٠ جرثومـة دون إيـذاء خلايا الجسـم.

ـ الشاشات:

تتميـز الشاشـات التـي تـم تحسـينها بتقنيـة النانـو بأنهـا توفـر كثـيراً مـن الطاقـة التـي تسـتهلك في تشـغيلها، كـما أنهـا سـتتميز بوضـوح ودقـة عاليـة أمـا بالنسـبة لحجمهـا فهـي تتميـز بصغـر سـمكها وخفـة وزنهـا.

ـتقنية النانو والزراعة والغذاء:

تسـعى شركات الغـذاء لتطبيـق تقنيـة النانـو مـن أجـل إنتـاج أفضـل المحاصيـل الزراعيـة الخاليـة مـن المـواد الحافظـة والمـواد الكيميائيـة الضـارة والتطبيـق الأكثـر إثـارة هـو لشركـة **Kraft** المتخصصـة في صناعـة الأغذيـة؛ فقد قامـت العـام المـاضي باخـتراع مشروبـات مبرمجـة وهـي مشروبـات لا طعـم لهـا ولا لـون يتضمـن نانـو جزيئـات للـون والطعـم عندمـا توضـع في الميكروويـف عنـد تـردد معـين تتحـول إلى عصـير ليمـون وعنـد تـردد آخـر تتحـول إلى عصـير تفـاح وهكـذا!!

فى مجال التنمية

أمـا تطبيقـات النانـو تكنولوجـي مـن حيـث تأثيرهـا عـلى التنميـة، فيمكـن ترتيبهـا عـلى النحـو التـالي :

١. تخزين الطاقة وإنتاجها وتحويلها.
٢. تحسين الإنتاج الزراعي .
٣. معالجة مياه الشرب .
٤. تشخيص الأمراض ومتابعتها .
٥. تسليم الأدوية .
٦. معالجة الطعام وتخزينه .
٧. معالجة تلوث الهواء .

مجال الفضاء :

ميـا ميابـان مديـر مركـز تقنيـة النانو في مركـز اميـس للأبحاث التابع لناسـا قـال لقـد تحقـق تقـدم مؤكـد في هـذا المجـال بالمقارنـة بالأبحـاث الرئيسـية التـي كانـت تجرى قبـل خمسـة أو سـتة أعـوام واضـاف لقـد بدأنـا التوصـل إلى بعـض الاسـتنباطات فقـد تـم تصنيـع مجس كيميائـي محكـم باسـتخدام أنابيـب نانـو

كربونية ومثل هذا الجهاز مثالي للاستخدام في مهام ناسا المتعلقة بكيمياء الفضاء كما تم تصميم جهاز لقياس الموجات باستخدام تقنية النانو، وهو جهاز أداؤه أعلي بكثير من الأجهزة التجارية المتوفرة بينما يستخدم طاقة أقل كما أنه أخف وأصغر حجماً وقال أنه يمكن وضع الجهاز في كف يده.

وأنه يجب أن يكون معداً للاستخدام في بعثات الفضاء بين عامي ٢٠٠٩ و٢٠١٠ وأن على ناسا أن تنظر نظرة بعيدة المدى فيما يتعلق بقدرات تقنية النانو التي يمكن أن تكون فعالة في القمر والمريخ والخطط الخاصة بفترة تتراوح ما بين ١٠ إلى ١٥ سنة وكان ميابان قد قاد ورشة التحدي العظيم لمبادرة تقنية النانو في بالو التو بكاليفورنيا في الصيف الماضي وقد جمعت هذه المبادرة التي تمت تحت رعاية ناسا خبراء في ٦ مجالات من المرجح أن تلعب فيها تقنية النانو دوراً في جهود الفضاء وهي:

- مواد نانو: أنابيب نانو كاربون ، مواد خفيفة يمكن ان تحدث ثورة في تصميم السيارات بسبب قوتها وقدرتها على توصيل الكهرباء والحرارة.
- نانو روبوت: المرحلة المقبلة في عمليات التصغير يمكن أن تؤدي إلى تصنيع محركات أو روبوتات ميكروسكوبية للمساعدة في دراسة الخلايا والنظم البيولوجية، بالإضافة إلى الألياف.
- عربات ميكرو: عربات متناهية في الصغر يمكن تطويرها لأبحاث الفضاء العميق، والمدارات والمناخ أو استكشاف الأسطح المتحركة.
- مجسات نانو: مجسات متناهية في الصغر ولاسلكية وسريعة وفي غاية الحساسية، يمكن وضعها مع المجسات الالكترونية والكيميائية أو البصرية لاستخدامها في المهام العلمية، ولاسيما في التحليل الفوري وعمليات الروبوت.
- يمكن دمج تقنية النانو في شبكات بشرية مثل أجهزة الرعاية وشبكات

المراقبة البيئية.

- إدارة الأوضاع الصحية لرواد الفضاء: يمكن لرواد الفضاء في رحلات طويلة استخدام تقنية النانو لمواجهة أوضاع المناخ ذات الاشعاعات المرتفعة وتصنيع أجهزة رقابة طبية ومعدات للعلاج، والمساعدة في خفض أو التغلب على الضغوط والتوتر الناشئ عن رحلات الفضاء الطويلة ويمكن تحقيق ذلك بطريقتين الأولى هي تصنيع المواد النانو التي يمكن استخدامها للتغلب على اختراق الأشعة الكونية للسفن والطريقة الأخرى هي المجسات النانو لتحديد مستويات الأشعة.

تقليص استهلاك الطاقة

يمكن التوصل إلى تقليصٍ الطاقة من خلال تطبيق أفضل لأساليب باستخدام الإضاءة الكافية أو أساليب الإحراق، بالاضافة إلى استخدام مواد أقوى إضائياً للاستخدم في قطاعات النقل وتحول اللمبات الضوئية المستخدمة حالياً نحو ٥٪ فقط من الطاقة الكهربائية إلى ضوء إلا أن الأساليب التقنية النانوية ومنها المصباح الثنائي الباعث للضوء الذي يرمز له بـ**LED** أو الذرات المحددة كمياً التي يرمز لها بالرمز (**QCA**) قد تؤدي إلى ترشيد استهلاك الكهرباء لأغراض الإضاءة.

زيادة كفاءة إنتاج الطاقة

تحتوي أفضل الخلايا الشمسية المستخدمة على طبقاتٍ للعديد من أشباه الموصلات المكدسة معاً بهدف امتصاص الضوء في صور عدة للطاقة، إلا أنها ما زالت مصنعةً بأسلوب لا يسمح سوى باستخدام ٤٠٪ فقط من طاقة الشمس وللخلايا الشمسية المتوافرة حالياً كفاءاتٍ منخفضةٍ تتراوح بين ١٥-٢٠ ٪ إلا أن تقنية الصغائر قد تساعد على زيادة كفاءة تحول الضوء من خلال استخدام الهياكل النانوية ذات استمرار من الحزم ذات الفجوات.

وصل درجة كفاءة محرك الاحتراق الداخلي لما يتراوح بين ٣٠- ٤٠٪ في الوقت الحالي إلا أن تقنية النانو قد تحسن من معدل الاحتراق من خلال تصميم محفزاتٍ خاصةٍ ذات مساحة سطح أعظم ففي عام ٢٠٠٥، قام العلماء بجامعة تورنتو بتطوير مادة جزيئية نانوية قابلة للرش وعندما يتم رشها على السطح، تحوله في لحظة إلى مجمع للطاقة الشمسية.

استخدام أنظمة للطاقة أكثر صداقة مع البيئة

و تتمثل إحدى نماذج الطاقة الودودة للبيئة في استخدام خلية وقود تشتعل بواسطة الهيدروجين، وتنتج بصورةٍ مثاليةٍ من الطاقات المتجددة ولعل أفضل مادة نانوية مستخدمة بخلية الوقود تتمثل في المحفز المكون من جزيئات المعادن النبيلة المدعومة بالكربون ذات قياسات ١-٥ نانومتر وتحتوى المواد المناسبة لتخزين الهيدروجين على عدد ضخم من المسام النانوية الصغيرة ومن ثم يتم الاستفادة من العديد من المواد النانوية ومنها الأنابيب النانوية والزيولايت والألانيت في مجال البحث والتحقيق كما قد تساهم تقنية النانو في زيادة تقليص الملوثات المنبعثة من محرك الاحتراق من خلال استخدام مرشحات المسام النانوية،التي تستطيع تنقية وتنظيف العوادم ميكانيكياً من خلال المحولات المحفزة القائمة على جزيئات المعادن النبيلة النانوية أو من خلال المغلفات المحفزة على جدران الاسطوانة والجزيئات النانوية المحفزة التي قد تستخدم كذلك كإضافاتٍ للوقود.

إعادة تدوير البطاريات

نتيجة قلة كثافة الطاقة بالبطاريات بصورةٍ نسبيةٍ فإن وقت التشغيل محدود بالإضافة إلى الحاجة إلى إعادة الإحلال أو الشحن مرةً أخرى كما أن العدد الضخم للبطاريات والمجمعات المستنفذة تخلق مشكلةً في التخلص

منهـا ومـن ثـم فـإن اسـتخدام البطاريـات ذات كميـة الطاقـة الأعـلى بداخلهـا أو تلـك القابلـة لإعـادة الشـحن مـرةً أخـرى أو حتـى اسـتخدام المكثفـات الفائقـة ذات معـدلات إعـادة الشـحن العاليـة باسـتخدام المـواد النانويـة قـد تكـون مفيدة بصـورةٍ واضحـةٍ لحـل مشـكلة التخلـص مـن البطاريـات المسـتهلكة.

المعلومات والاتصالات.

تقـوم عمليـات إنتـاج التقنيـة العاليـة حاليـاً عـلى الاسـتراتيجيات التقليديـة مـن أعـلى إلى أسـفل، حيـث تم تقديـم ودمـج تقنيـة النانو بصـورةٍ صامتـةٍ ويصل مقيـاس الطـول الحـرج للدوائـر المتكاملـة إلى ٥٠ نانومـتر فـما أقـل مراعـاةً لطـول البوابـة الخـاص بالترانزسـتورات في أجهـزة وحـدات المعالجـة المركزيـة أو دي رام **(DRAM)**.

تخزين الذاكرة

اعتمـدت تصميـمات الذاكـرة الإلكترونيـة فيـما مـضى عـلى بنيـة الترانزسـتورات إلا أن البحـث في مجـال الإلكترونيـات القائمـة عـلى شـكل أنبـوب قـد وفـر بديـلاً مـن خـلال اسـتخدام الربطـات الداخليـة المعـاد تشـكيلها فيـما بـين حـزم وصفـوف الأسـلاك العموديـة والأفقيـة بهـدف إنتـاج ذاكـرة مرتفعـةً الكثافـة وتعـد كلٌ مـن شركـة نانتـيرو التـي قامـت بتطويـر الذاكـرة العريضـة القائمـة عـلى الأنابيـب النانويـة الكربونيـة التـي تسـمى ذاكـرة الوصـول العشـوائي النانويـة وشركـة هوليت-بـاكارد التـي اقترحـت اسـتخدام مـواد ممرسـتور في عمليـة إحـلالٍ مسـتقبلي لذاكـرة الفـلاش.

أجهزة أشباه الموصلات الجديدة.

اعتمـدت إحـدى تلـك الأجهـزة المسـتخدمة حديثـاً عـلى حقـل البحـث التجريبـي الفيزيائـي الـدوران الإلكـتروني حيـث يُطلـق عـلى اعتـماد مقاومـة

المادة بسبب دوران الإلكترونيات على المجال الخارجي للمقاومة المغناطيسية وقد يتم تضخيم ذلك التأثير بصورةٍ كبيرةٍ (المقاومة المغناطيسية الهائلة) في حالة الأجسام النانوية، على سبيل المثال كما هو الحال عندما يتم فصل طبقتين من الحديد الممغنط باستخدام طبقة نانوية مغناطيسية، ويتسم سمكها بأنه نانوي المقياس ومنها **Co-Cu-Co** وقد أسفرت المقاومة المغناطيسية الهائلة **GMR** عن زيادة قوية في كثافة تخزين البيانات على الأقراص الصلبة وأتاحت الفرصة لاستخدام مدى الجيجا بايت ويعد نفق المقاومة المغناطيسية **TMR** شبيه الحال بدرجةٍ كبيرةٍ بالمقاومة المغناطيسية الهائلة **GMR** وهو قائم على النفق الناتج من دوران الإلكترونات عبر طبقات الحديد الممغنطة المتجاورة وقد تستخدم نتائج وتأثيرات كلاً من **GMR** و**TMR** في إنتاج ذاكرة كمبيوترة غير متقلبة، ومنها ما يطلق عليه ذاكرة الوصول العشوائي المغناطيسية أو **MRAM**.

ففي عام ١٩٩٩ أُختُبِر ترانزستور سيموس، الذي طُور بمعمل الإلكترونيات وتكنولوجيا المعلومات بجرينوبل بفرنسا، حدود المباديء الخاصة بترانزستور موسفت ذات قياس ١٨ نانومتر التي وصلت إلى ٧٠ ذرة تقريباً وضعت بجانب بعضها البعض حيث كان حجم ذلك الترانوستور غالباً عُشر حجم أصغر ترانزستور صناعي صُنع عام ٢٠٠٣ م حيث مكَّن التكامل النظري لسبعة مليارات تقاطعٍ على عملة الواحد جنيه إسترليني في حين لم تكن صناعة ترانزستور سيموس الذي صُنع عام ١٩٩٩ بالتجربة البحثية البسيطة لدراسة كيفية أداء تقنية سيموس لوظيفتها، إلا أنها كانت تجربةً لكيفية أداء تلك التقنية لوظيفتها الآن حيث أننا استطعنا التغلب بصورةٍ أقرب إلى المطلوب في مجال العمل على الصعيد الجزيئي حيث سيكون من المستحيل التمكن من التجمع المنسق لعددٍ كبيرٍ من هذه الترانزستورات في دائرةٍ واحدةٍ كما أنه سيكون من المستحيل كذلك صناعة

مثل تلك الدائرة على الصعيد الصناعي.

حاسب كمومي

تستفيد كل عمليات الحوسبة حالياً من قوانين الآلات الكمومية بهدف تصنيع الكمبيوتر الكومي، وتمكن من استخدام الخوارزميات الكمومية السريعة وتتوافر بأجهزة الكمبيوتر الكمومي مساحة ذاكرة بالبايت الكمومي ويطلق عليها بايت وتستخدم في إجراء العديد من عمليات الكمبيوتر في الوقت ذاته ومن ثم فقد تحسن مثل تلك الإمكانية الجديدة من أداء الأنظمة .

الفضاء

ستمثل المواد الأخف والأقوى فائدةَ هائلةً في مجال تصنيع الطائرات، مما يزيد من كفاءة الأداء كما ستستفيد مركبات الفضاء من تلك المواد حيث يلعب الوزن عاملاً حيوياً كما ستساعد تقنية النانو على تقليص حجم المعدة ومن ثم تقليص استهلاك الوقود المطلوب لتحليقها في الجو.

ولربما يسفر استخدام تقنية المواد النانوية عن تقليل وزن الطائرة بدون محرك إلى النصف تقريباً في حين يتم زيادة قوتها ومتانتها بالإضافة إلى أن تقنية النانو تقلل من كتلة المكثفات الفائقة التي ستستخدم بصورةٍ متزايدةٍ في توفير القوة للمحركات الكهربائية المساعدة بهدف إقلاع الطائرة بدون محرك عن الأرض المنبسطة إلى التحليق في الأجواء العالية.

الإنشاءات

لتقنية الصغائر القدرة على زيادة معدل الإنشاءات وجعلها عمليةً أسرع وأرخص وأكثر تنوعاً حيث قد تسمح عملية التشغيل الآلي لتقنية

الصغائـر للإنشـاءات إلى إنشـاء هيـاكلٍ وبنايـاتٍ تتنـوع مـن المنـازل المتقدمـة إلى ناطحـات السـحاب الهائلـة بصـورةٍ أسرع وبتكلفـةٍ أقـل بكثـير.

التصفية والمصافي :

نتيجـة اسـتخدام تطبيقـات تقنيـة النانـو، سـتكون للمصـافي المنتجـة للمـواد ومنهـا الصلـب والألومونيـوم القـدرة عـلى إزالـة والتخلـص مـن أيـة شـوائبٍ في المـواد التـي تقـوم إنتاجهـا.

تصنيع المركبات

تمامـاً كـما هـو الحـال في مجـال تصنيـع مركبـات الفضـاء، فـإن المـواد الأخف والأقـوى تمثـل مصـدر إفـادة كبـيرة في تصنيـع المركبـات والسـيارات التـي تتسـم بأنهـا أسرع وآمـن كـما تسـتفيد محـركات الاحـتراق مـن الأجـزاء التـي تتسـم بالصلابـة والمقاومـة للحـرارة.

مصعد الفضاء (عجائب الدنيا في المستقبل)

واحـد مـن الأفـكار العظيمـة لتطبيـق تقنيـة النانـو هـو المصعـد الفضائـي تخيـل كابـل مرتبـط بـالأرض عـلى منصـة عائمـة في خـط الاسـتواء، وفي الناحيـة الأخـرى معلقـة في الفضـاء فيـما بعـد المـدار ويسـتخدم المصعـد الفضائـي مصاعد كهربائيـة تتحـرك عـلى الكابـل لوضـع صواريـخ ومحطـات فضائيـة ومعـدات في مـدار الأرض وسـتتيح أنابيـب النانـو للمهندسـين بناء مصاعـد فضائيـة والتحرك بسرعـة في الفضـاء ويمكـن لنفـس المـادة خفـض تكلفـة نقـل المعـدات عـبر المصاعـد وتخفيـف وزن الأقـمار التـي تعمـل بالطاقـة الشمسـية ومحطـات الفضاء.

الصناعات الثقيلة:

تتمثل الاستفادة الحتمية من تقنية الصغائر في مجال الصناعات الثقيلة.

تحولات الماس

ومبدأ تغيير خواص المادة في هذه التكنولوجيا الجديدة يمكن أن يطبق على أي مادة مهما كانت، وتمكن الإنسان من صنع ما يريد وهي بذلك تفتح الأبواب على مصراعيها لإحداث ثورات علمية وصناعية في جميع المجالات،ومثال ذلك الماس والفحم فكلاهما يتكونان من سلسلة متراصة من الكربون في شكل هندسي معين يختلف في المادتين، ولكن المكون واحد.

ومن خلال تقنية النانو يمكن إعادة تشكيل ذرات الكربون الموجودة في الفحم لتكون بنفس الشكل الهندسي التي تتراص به ذرات الماس وبذلك يتحول الفحم إلى ألماس، وعلى الرغم من تطابق التكوين الكيميائي في الحالتين إلا أن المادة النانوية المتناهية في الصغر تكتسب صفات وخواص كهربائية وضوئية ومغناطيسية استثنائية نتيجة للترتيب الجديد الذي اتخذته الذرات، فالبورسلين مثلاً يعتبر مادة مهمة لكنها هشة وسبب هشاشتها أن الفراغ بين جزيئاتها والمكون من الرمل كبير نسبياً مما يقلل من تماسكها، ويمكن تحويل البورسلين عن طريق تكنولوجيا النانو بتحليله إلى مكوناته الذرية الأصغر ثم إعادة ترتيب هذه المكونات بصورة متماسكة جدا لكي ننتج بورسلين أقوى من الحديد يمكن استعماله في البناء أو في صناعة سيارات خفيفة الوزن التي لا تحتاج إلى كثير من الوقود.

طائرة بحجم بعوضة

ويمكن من خلال هذه التقنية صنع آلات طبية تدخل جسم الإنسان لإجراء عمليات جراحية والخروج بدون جراحة، كما تستطيع الدخول في صناعات الموجات الكهرومغناطيسية التي تتمكن بمجرد تلامسها للجسم على إخفائه مثل الطائرة أو السيارة حتى لا يراها الرادار، بالإضافة إلى إمكانية تصنيع سيارات بحجم حشرة صغيرة وطائرة في حجم البعوضة

وزجاج طارد للأتربة وغير موصل للحرارة، وأيضاً صناعة الأقمشة التي لا يخترقها الماء بالرغم من سهولة خروج العرق منها وأشارت موسوعة بريتانيكا البريطانية إلى أن هذه التقنية تزيد من كفاءة أداء الآلات ما بين ١٠٠ مليون و١٠ آلاف مليون مرة عن الطرق التقليدية.

في مجال صناعة الورق :

تم استخدام تقنيات النانو تكنولوجي لتطوير صناعة الورق في مصر في إنجاز علمي مهم، وقد تمكن فريق بحث بالمركز القومي للبحوث من تحضير أنواع متطورة من الورق من ألياف نانو مترية تم استخدامها من المخلفات الزراعية مثل قش الأرز ومصاصة القصب.

ويتميز هذا النوع من الورق المحضر بتكنولوجيا النانو بمواصفات عالية الجودة والمتانة تتفوق علي الورق المحضر بالطرق التقليدية وذكر د. هاني الناظر رئيس المركز القومي للبحوث، إلى أنه باستخدام النانو تكنولوجي سوف يحدث طفرة في صناعة الورق في مصراً حيث يمكن الاستغناء نسبياً عن استيراد لب الورق ذي الألياف الطويلة كما يمكن تصنيع ورق بمواصفات أعلي في الجودة بطرق ميكانيكية حديثة ومتطورة وقد تم التوصل من خلال النتائج الأولية للأبحاث الى أنواع متطورة من الورق من الألياف النانومترية لقش الأرز ومصاصة القصب لها قوة شد تعادل من أربعة الى خمسة أضعاف قوة الشد للورق المحضر صناعياً بالطرق التقليدية.

بطاريات جديدة من فيروسات معدلة وراثياً بتقنية النانو :

أعلن باحثون بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس أنهم توصلوا إلى صنع بطاريات صديقة للبيئة يمكنها تزويد السيارات الهجين والهواتف النقالة بالطاقة اللازمة، وذلك باستخدام تقنية النانو المتناهية الصغر

والفيروسات المعدلة وراثياً وفق تقرير مجلة كومبيوتروورلد وهى فيروسات تصيب البكتيريا ولا تضر الإنسان، قد استخدمت لبناء الطرفين المشحونين بالسالب والموجب (القطبين) لبطاريات أيونات ليثيوم، لها نفس الطاقة والقدرة والأداء لأحدث الطرازات القابلة للشحن، بحيث تُشغّل سيارات الطاقة الهجينة والأجهزة الإلكترونية الشخصية.

ولدى اختبار تلك البطاريات في المعامل، أمكن لمادة القطب السالب الجديدة (الكاثود) أن تشحن وتفرغ أكثر من مائة مرة دون أن تفقد أي جزء من سعتها وقدرتها الكهربائية.

وكانت رئيسة المعهد سوزان هوكفيلد قد أخذت نموذجاً أولياً من البطارية الجديدة إلى البيت الأبيض، وناقشت التمويل الاتحادي لمشروعات تطوير تقنيات الطاقة النظيفة مع الرئيس باراك أوباما وتمكن هذه التقنية بطاريات أيونات ليثيوم من الشحن في ثوان وليس ساعات ويأملون أن يؤدي هذا الإنجاز إلى بطاريات أصغر وأسرع شحناً لاستخدامها في الهواتف النقالة والأجهزة الأخرى.

وكان فريق بحث آخر من المعهد قد أعلن أيضاً عن تصميم رقاقة رقمية ذات كفاءة عالية باستخدام الطاقة، يمكنها تشغيل أجهزة طبية مزروعة فى جسم الإنسان، باستخدام حرارة الجسم كمصدر للطاقة لكن لا تزال الرقاقة الجديدة في مرحلة إثبات صحة الفكرة، وهي تستخدم طاقة أقل بعشر مرات من الرقاقات التقليدية الأخرى وهذا ما قد يزيد من عمر بطارية الجهاز الطبي .

تطبيقات النانو تكنولوجي في مجال الإلكترونيات:

تعد الإلكترونيات عصب الحياة الحديثة وقد أضحت عنصراً مهماً

في حياتنا اليوم ولا يمكن تخيل حياتنا بدونها لكونها مكون رئيسي في جميع الأجهزة الكهربية الحديثة التي نستخدمها اليوم ومما لا شك فيه أن تكنولوجيا النانو أضحى لها دور أساسي وكبير في تطوير صناعة الإلكترونيات المعروفة باسم الاليكترونيات النانوية .

أولاً: في مجال الترانزستورات:

يعود اختراع الترانزستورات إلى عام ١٩٤٨ عندما قام علماء الفيزياء جون باردين و والتر براتن ووليم شوكلي الباحثون بمعمل بل تلفون في الولايات المتحدة بإعلان اختراعهم للترانزستور وقد نال هذا الفريق بعدها جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٥٦ وبفضل تكنولوجيا النانو تمكنت شركة إنتل من مضاعفة عدد الترانزستورات المستخدمة في المعالجات وذلك من خالل تصغير أبعادها التي وصلت اليوم إل ٩٠ نانو متر ومن المحتمل أن تصل أبعادها إلى ٥٠ نانومتر خلال السنوات المقبلة ومن دون شك فإن هذه المضاعفة في عدد الترانز ستورات ووجود الأعداد الضخمة منها يعني مضاعفة قدرات الحاسب وسرعته في إجراء العمليات الحسابية المعقدة في أجزاء من الثانية الواحدة ومضاعفة قدرته في معالجة الصور ومختلف الوسائط السمعية والبصرية.

ثانياً: في مجال الحساسات:

قدمت تكنولوجيا النانو وتقدم الدعم في مجال إنتاج ما يعرف الآن باسم أجهزة الاستشعار والحساسات النانوية التي تعد أحد أهم مخرجات هذه التقنية لذا فإنها تعتبر نموذجية في الاستخدام بمجال النانوية تتمتع بخواص جيدة ومواصفات عالية جداً الاستشعار عن بعد وقد أسهم تناهي صغر أحجام تلك الحساسات وخفة وزنها وانخفاض تكلفتها الإنتاجية في ازدهارها كي تستخدم في مجالات عديدة مثل مجال النقل

والمواصالت أ مجال انتاج الأسلحة.

تنقية المياه:

ويعتبر من أهم التطبيقات التي تستخدم النانو حيث أن الكثير من الدول النامية تعاني من نقص في المياه وإذا ما استخدمت النانو في تنقيتها ومعالجتها وتحليتها فإن ذلك سيؤدي إلى توفر المياه بشكل أكبر كما أن درجة نقاء المياه ستكون أعلى من السابق حيث ستعمل جسيمات النانو المستخدمة على حجز ومنع مرور العوالق والكائنات الحية الدقيقة في المياه.

صناعة البلاستيك:

وتقوم حالياً شركة هايبرد بلاستيكس، أو البلاستيك المهجن، بإضافة مواد مصنعة عن طريق تقنية النانو لمواد تمتد من مزيتات المحركات النفاثة وحتى ألواح الدوائر الكهربائية في القوارب وأحواض السباحة وتعتبر هذه الجسيمات الدقيقة التي تبيعها الشركة صغيرة جداً لدرجة أن قطر أكبر جسيم يقدر بحوالي ٣ نانومتر،(أي واحد من مليار من المتر) وتُكسب هذه الجسيمات البلاستيك خواص فريدة كالقدرة على مقاومة الحرارة واللهب والبرد، فضلاً عن زيادة صلابته.

وتقوم حالياً شركة هايبرد بلاستيكس، أو البلاستيك المهجن، بإضافة مواد مصنعة عن طريق تقنية النانو لمواد تمتد من مزيتات المحركات النفاثة وحتى ألواح الدوائر الكهربائية في القوارب وأحواض السباحة وتعتبر هذه الجسيمات الدقيقة التي تبيعها الشركة صغيرة جداً لدرجة أن قطر أكبر جسيم يقدر بحوالي ٣ نانومتر،(أي واحد من مليار من المتر) وتُكسب هذه الجسيمات البلاستيك خواص فريدة كالقدرة على مقاومة الحرارة واللهب والبرد، فضلاً عن زيادة صلابته.

وتختبر ناسا أنواعاً جديدة من البلاستيك الذي يحتوي على هذه الجسيمات على هيكل محطة الفضاء الدولية، وتختبره أيضا القوات العسكرية وشركات الطيران لاستخدامه كبديل للهياكل المعدنية على الطائرات والصواريخ والأقمار الصناعية ويعتبر صنع هياكل الصواريخ من البلاستيك المحتوي على هذه الجسيمات أرخص وأسهل من الهياكل المعدنية التي يمكنها حماية الحمل سواء كان ذخيرة أو قمراً صناعياً من الاصطدام مع النفايات التي تطوف بالفضاء وتتحمل برد الفضاء القاسي وحرارة الاحتكاك عند العودة للأرض وتصنع نفس الشركة الآنفة الذكر زيتاً لسلاح الجو الأمريكي يمكنه تحمل حرارة تصل إلى ٥٠٠ درجة فهرنهايت، أي حوالي ١٠٠ درجة أعلى من الزيوت الحالية من دون الاحتراق أو الانحلال.

وتقوم شركة ترايتون بتطوير تغليف بلاستيكي مقاوم للخدش لخوذات الطيارين في البحرية الأمريكية وقد يُستخدم هذا التغليف بعدسات النظارات العادية قريباً.

فى مجال الطاقة الشمسية

خلية شمسية فوتوفولتيه بجسيمات السليكون النانويه ويبحث هذا الاختراع في امكانية تحسين أداء الخلايا الكهروشمسية، حيث عند وضع غشاء رقيق جدا من جسيمات السليكون النانوية بحجم نانومتر على سطح خلية شمسية سيليكونية، فان ذلك سوف يؤدي إلى تحسين وزيادة إنتاج الطاقة الكهربائية من الخلية بمقدار ٦٠ في المائة عند عمل الخلية في نطاق الأشعة فوق البنفسجية من الطيف الشمسي،وكذلك تقليل الحرارة فيها، وإطالة عمر الخلية. كما أمكن تحسين انتاجية الخلية في نطاق الضوء المرئي للطيف بنسبة ١٠

في المائـة، وذلـك مـن خـلال اسـتخدام جزيئـات نانويـة بحجـم ٨٥ , ٢نانومـتر.

ومـن المعـروف ان الخليـة الشمسـية العاديـة تمتـص الضـوء فـوق البنفسـجي ومـن ثـم يتحـول إلى طاقـة حراريـة تـؤدي إلى تقليـل كفـاءة الخليـة وعـدم انتـاج الطاقـة الكهربيـة المطلوبـة وتـأتي الأهميـة الفيزيائيـة والتقنيـة في اسـتخدام جزيئات السـليكون النانويـة في أنهـا تقـوم بامتصـاص الأشـعة فـوق البنفسـجية وتحويلهـا إلى ضـوء مرئـي يتـم امتصاصـه مـرة ثانيـة بواسـطة الخليـة وتحويلـه إلى طاقـة كهربية مما يؤدي إلى زيادة كفاءة الخلية.

وتكمـن أهميـة هـذا الاخـتراع في أن عمليـة تغليـف الخلايـا الشمسـية بجزيئـات السـيليكون النانويـة يمكـن اسـتخدامها بسـهولة في مجـال الصناعـة وبتكلفـة قليلـة.

الباب الثالث

تطبيقات

النانوتكنولوجى فى الطب

الباب الثالث

تطبيقات النانوتكنولوجي في الطب

يهدف طب النانو إلي توفير مجموعة قيمة من أدوات البحث بالإضافة إلى العديد من الأجهزة العلاجية المفيدة في المستقبل القريب كما تتوقع مبادرة التقنية النانوية الوطنية العديد من التطبيقات التجارية في مجال صناعة الدواء والتي قد تتضمن أنظمة توصيل الدواء المتقدمة، العلاجات الجديدة، والتصوير إن فيفو كما تعد كلٌ من الواجهات التفاعلية الإلكترونية العصبية والمستشعرات الأخرى القائمة على الإلكترونيات النانوية هدفاً آخر للأبحاث في مجال تقنية الطب النانوي وبالإضافة إلى المزيد من التفاصيل في الأسفل، فيؤمن مجال الدراسة المستقبلية التقنية النانوية الجزيئية أن آلات إصلاح الخلية قد تحدث ثورة متوقعة في المجال الطبي.

كما يعد طب النانو مجالاً واسعاً للصناعة، حيث وصلت مبيعاته إلى ما يقارب ٦,٨ مليار دولار أمريكي خلال عام ٢٠٠٤ويضم ذلك المجال أكثر من ٢٠٠ شركة و٣٨ منتج عبر أرجاء العالم، بتمويلٍ لا يقل عن ٣,٨ مليار دولار أمريكي تستثمر في مجالي البحث والتنمية سنوياً فمن المتوقع مع استمرار نمو صناعة طب النانو، أن يكون لها تأثيرها الهام على الاقتصاد العالمي الاستخدام الطبي للمواد النانوية.

كما ساهم تطور تقنية النانو فى تغيير القواعد الطبية المتبعة في منع الأمراض وتشخيصها وعلاجها وأصبحنا نعيش عصر التقنية الطبية النانوية، حيث تقدم تقنية النانو طرقاً جديدة لحاملات الدواء داخل الجسم تكون قادرة على استهداف خلايا معينة في الجسم ويمكن بواسطة هذه التقنية تصوير خلايا الجسم بسهولة كما لو أننا نأخذ لها صور عادية، كذلك

يمكن التحكم فى تلك الخلايا وتشكيلها بأشكال مختلفة إضافة إلى استخدام الليبوزوم النانوية المصنعة كأنظمة توصيل للعقارات المضادة للسرطان واللقاحات، كما تستخدم جسيمات الذهب النانوية في أجهزة الاختبار المنزلي للكشف عن الحمل.

الكشف عن الأمراض: مجسات حيوية نانوية

إن الأسلاك النانوية تستخدم كمجس لحساسيتها، حيث يتم طلائها بأجسام مضادة مصنعة بحيث أنها بحجمها الصغير جداً تلتصق فقط بالجسيمات الحيوية DNA أو البروتينات، أو الجسيمات البيولوجية الأخرى في الجسم، ولا تلتصق بغيرها من الجزيئات، وعندما ترتبط هذه البروتينات أو غيرها بالأسلاك النانوية المطلية فسوف تتغير توصيلاتها، وبذلك يمكن استخدام هذا المجس الحيوي النانوي في اكتشاف عدد كبير من الأمراض في مراحلها الأولية، بإدخال أعداد كبيرة من الأسلاك مختلفة النانوية داخل الجسم يتم طالئها بأجسام مضادة مختلفة، تمثل مجس .

في علاج السرطان:

تستخدم الأغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية، ويبلغ طول هذه الأغلفة النانوية حوالي ١٢٠ نانومتر وهي أصغر من حجم خلية السرطان حوالي ١٧٠ مرة، وعندما تحقن هذه الأغلفة النانوية داخل الجسم فإنها تلتصق تلقائياً بالخلايا السرطانية، ومن ثم يتم تعريض تلك الخلايا لأشعة ليزر تحت الحمراء فتعمل بدورها على تسخين الذهب ورفع درجة حرارته مما يؤدي إلى احتراق تلك الخاليا وموتها وتمتاز هذه الطريقة بالدقة والموضوعية نظراً لصغر الأغلفة النانوية بالنسبة للخلايا وتركزها بالخلايا المريضة فقط مما يجعل الخلايا السليمة بعيدة عن الخطر وعن الآثار الجانبية لتلك الطريقة.

في مجال الأدوية والعقاقير:

أدخل حاليا مصطلح جديد إلى علم الطب هو النانو بيوتك وهو البديل الجديد للمضادات الحيوية ففي جامعة هانج بانج في سيول استطاع الباحثون إدخال نانو الفضة إلى المضادات الحيوية، ومن المعروف أن الفضة قادرة على قتل ٦٥٠ جرثومة ضارة دون أن تؤذى جسم الإنسان وهذه التقنية سوف تحل الكثير من مشاكل البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية.

في مجال العمليات الجراحية:

قامت شركة كورفس بصناعة روبوت صغير بحجم النانومتر يستخدم كمساعد للأطباء في العمليات الجراحية الحرجة والخطرة، حيث يستطيع الطبيب التحكم في الروبوت بواسطة جهاز خاص مما يساعد في إنجاز العملية بكفاءة عالية وبدقة متناهية، وبالطبع فهي أفضل من الطرق التقليدية للعمليات الجراحية وأقل خطراً، فهنا يستخدم الطبيب عصاة تحكم تمكنه من التحكم بذراع الروبوت الذي يحمل الأجهزة الدقيقة وكاميرا مصغرة ليحول التحركات الكبيرة إلى تحركات صغيرة وهذا يتيح مزيداً من دقة الجراحة وذكرت صحيفة نانو ليترز أنه تم تصنيع نسيج طبي شفاف من البروتين لا يزيد سمكه عن عشر المليمتر يستخدم لتغطية الجروح وتعقيمها وتسريع التئامها ثم يذوب ويختفي بنفسه.

ومن المعروف أن إصابات الحبل الشوكى تؤدى في الغالب إلى الإصابة بالشلل بالموضع أسفل الإصابة بسبب عدم مقدرة الخلايا العصبية على النمو مرة أخرى حول مكان الإصابة .

ومن المعروف أن إصابات الحبل الشوكى تؤدى في الغالب إلى الإصابة بالشلل بالموضع أسفل الإصابة بسبب عدم مقدرة الخلايا العصبية على

النمو مرة أخرى حول مكان الإصابة .

لكن علماء جامعة نورث ويسترن نجحوا فى تطوير تقنية جديدة للتغلب على هذه المشكلة باستخدام جل نانو الذي يمنع نمو أنسجة الجرح بمكان الإصابة ويمكن من نمو الخلايا العصبية للحبل الشوكى ويستخدم الجل عن طريق حقنه كسائل بالحبل الشوكى ثم يتركب في شكل سقالة (دعامة) مساندة للخلايا العصبية الجديدة أثناء نموها لأعلى وأسفل مخترقة موقع الإصابة وأجرى العلماء اختبارات على الفئران حيث أظهرت الاختبارات تحسن مقدرة الفئران على استخدام أطرافها والمشي بعد العلاج بستة أسابيع.

التصوير الطبي:

يمكّن التصوير بالنانو الباحثين والأطباء من تعقب اي حركة تحدث في النسيج الحي داخل جسم الإنسان وفي امكان الأطباء هنا التعرف بدقة على حركة الدواء داخل النسيج المريض كما ان دراسة بعض خلايا الجسم يكون صعباً، ومن هنا يلجأ العلماء إلى تلوينها وهناك مشكلة أخرى وهي أن الخلايا التي تصدر أمواجاً ضوئية مختلفة في الطول لا تعمل بشكل واحد أو بكيفية واحدة على الدوام الأمر الذي يجعل عمليات التصوير الطبي تواجه مشاكل فى التشخيص الصحيح وقد تمكن العلماء من حل هذه المشكلة باستخدام بعض جزئيات النانو التي تبدي ردود فعل مختلفة إزاء الترددات الموجية المختلفة الناشئة بطبيعة الحال عن اختلاف طول الموجة وجدير أن نذكر هنا أن تقنية نانو جزئيات هي أحد فروع تقنية النانو بشكل عام،

مسحوق النانو :

وقد استفاد الطب كثيراً من مسحوق النانو ؛ في تصنيع الأدوية المستنشقة حيث أن المركبات الميكومترية يمكن أن تترسب على جدران

الحويصــلات الهوائيــة بالرئــة ويــؤدي ذلــك عــادة إلى كثــير مــن المضاعفــات والآثــار الجانبيــة لتناولهــا ، أمــا باســتخدام مســحوق النانــو فقــد تــم التغلــب عــلى هــذه المشــاكل نهائيًــا لتصبــح الأدويــة المستنشــقة اقــل خطــورة عــلى المريــض .

الأنابيب النانومترية :

الأجهـزة الحيويـة النانومتريـة وتعتمـد فكـرة هـذه الأجهـزة عـلى إعـادة بناء المركبـات النانومتريـة لتكويـن مركبـات جديـدة تسـاعد في التطـور الطبـي وهـذه المركبـات إذا كان قطرهـا أصغـر مـن ١٠٠ نانومـتر فإنـه بإمكانهـا أن تدخـل إلى الخلايـا الحيوانيـة المختلفـة (التـي يبلـغ قطرهـا ١٠ : ٢٠ ألـف نانومـتر) وبالتـالي يمكنهـا الوصـول إلى مختلـف العضيـات الخلويـة مثـل الميتكوندريـا حيـث تتعامل مـع الحمـض النـووي محدثـة التغييرات المطلوبـة ويمكننا باسـتخدام هـذه المركبات تشـخيص أمـراض كثـيرة في الخلايـا بطـرق أقـل عنفًـاً مـن الطـرق الحاليـة .

الحوامل النانومترية وعلاج السرطان

يعتمـد الباحثـون الآن للحكـم عـلى الأدويـة والعقاقـير التـي تسـتخدم في العـلاج الكيميائـي لهـذا المـرض اللعـين عـلى مـدى كفـاءة الـدواء في الوصـول إلى هدفـه داخـل الخليـة التـي يجـب الوصـول إليهـا ، وكذلـك عـلى مـدى قدرتـه عـلى إختيـار هدفـه بـكل دقـة ولذلـك يتجـه العلـماء حاليـاً إلى البحـث في مجـال النانوتكنولوجـي لتكـون حاملـة لهـذه الأدويـة .

علم أمراض الكلى النانوي

علـم أمـراض الـكلى النانـوي هـو أحـد فـروع طـب النانـو وتقنيـة النانـو الـذي يتنـاول كلاً مـن:

١) دراسة بنيات بروتين الكلى على المستوى الذري.

٢) مداخل وأساليب التصوير النانوي لدراسة العمليات الخلوية داخل خلايا الكلى.

٣)العلاجات الطبية النانوية التي تستخدم الجسيمات النانوية بالإضافة إلى معالجة مختلف أمراض الكلى كما أن عملية تصنيع واستخدام المواد والأجهزة على المستوى الجزيئي والذري التي تستخدم لتشخيص وعلاج أمراض الكلى تعد من مجالات علم أمراض الكلى النانوي والتي ستلعب دوراً فعالاً فى علاج المرضى الذين يعانون من أمراض الكلى في المستقبل.

ومن خلال فهم واستيعاب الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبروتينات والجزيئات الماكرو الأخرى على المستوى الذري للعديد من الخلايا المختلفة بالكلى، يمكن تصميم مدخلات علاجية جديدة لتتنافس في علاج أمراض الكلى الرئيسية وتعد الكلى الصناعية النانوية هدفاً يحلم العديد من الأطباء بتحقيقه وستسمح الإنجازات الهندسية النانوية المتقدمة بتصنيع الروبوتات النانوبة التي يمكن برمجتها والتحكم فيها والتي تهدف إلى تنفيذ وإنجاز إجراءاتٍ علاج وبناء داخل الكلى البشرية على المستويات الخلوية والجزيئية كما أن تصميم الهياكل النانوية المتوافقة مع خلايا الكلى التي يكون لها القدرة على إجراء العمليات بصورة سالمة آمنة يعد أيضاً هدفاً مستقبلياً يرجى تحقيقه وهنا يجب ملاحظة أن القدرة على توجيه الأحداث على مستوى النانو الخلوي لها كفاءة وقدرة على تحسين حياة المرضى الذين يعانون من أمراض الكلى.

ومن التطبيقات الطبية المستقبلية لتقنية النانو :

جهاز الناتئ النانوني (الكانتيلفير) :

(أجهزة النانو كانتيلفير تستطيع اكتشاف خلايا السرطان بدقة فائقة تصل إلى حد رصد خلية واحدة) والكانتيلفير جهاز دقيق جداً بمقياس

النانو حيث تقارب أبعاده أبعاد كرية الدم البيضاء وهو احد أجهزة النانو المستقبلية التي تستطيع رصد واكتشاف الخلايا المصابة بالسرطان وذلك من خلال انحناء نتوءاتها الدقيقة وأجهزة النانو كانتيلفير يمكن تصميمها هندسياً بشكل خاص يمكنها من الارتباط بالخلايا التي تشير تغيراتها إلى الإصابة بأنواع مختلفة من أمراض السرطان، وتتميز هذه الأجهزة بقدرتها الفائقة على تشخيص خلايا السرطان في مراحلها المبكرة، بدقة تصل إلى حد اكتشاف خلية سرطانية واحدة، وجدير بالذكر أن هذه الأجهزة ما زالت في مراحل تطويرها الأولى، وهي من تطبيقات تقنية النانو المتقدمة جداً التي ما زالت في حاجة لمزيد من البحث والدراسة.

توصيل الأدوية :

أجهزة النانو الخاصة بتوصيل الدواء ديندريمر تتميز بقدرتها على اكتشاف الخلايا المصابة وتشخيص نوع الإصابة وكذلك تتميز بقدرتها على معالجة هذه الخلايا.

من المعلوم أن علم الأدوية من العلوم التي تحتاج لدقة عالية لارتباطها ارتباطاً مباشراً بصحة الإنسان، فوصول كمية كبيرة من الدواء إلى أعضاء الجسم الغير مصابة تقلل من فعالية الدواء وتؤدي إلى حدوث آثار جانبية غير مرغوب فيها فعلى سبيل المثال نجد أن الوسائل التقليدية لمعالجة مرض السرطان كالعلاج الكيمائي والإشعاعي تؤدي إلى آثار جانبية كبيرة مع انخفاض فعاليتها في معالجة هذا المرض، وعليه فمن المهم أن يتم إيصال الأدوية المضادة للسرطان إلى الأجزاء المصابة بدقة متناهية جدا للحصول على أقصى فائدة ممكنه من الدواء.

وحاليا يعكف العلماء على دراسة احد تطبيقات النانو المستقبلية المتمثلة في تقنية إيصال الدواء باستخدام احد أجهزة النانو المسمى الديندريمر وهو

احد أجهزة النانو الخاصة بإيصال الدواء والقادرة على الدخول بسهولة إلى الخلايا المصابة وتزويدها بكميات متعددة من الدواء دون حدوث أي نتائج سلبية، وأجهزة النانو الديندريمر تتميز بقدرتها على تحديد الخلايا المصابة وعلاجها وكذلك إعطاء تقرير عن مدى فعالية الدواء.

علاج مرض السكري :

نجحت جامعه (الينوى) في الولايات المتحدة الأمريكية في تطوير جهاز مُهَندس بتقنية النانو يزرع في الجسم يعمل على تنظيم السكر في الدم وهى تغني مرضى السكري عن حقن الأنسولين والجميل أنها سوف تنزل فى الأسواق قريباً.

التشخيص :

الهدف الأساسي هو اكتشاف المرض في مراحل مبكرة قدر المستطاع حتى يمكن القضاء عليه قبل أن يتسبب في أعراض أو مضاعفات وباستخدام تقنية النانو تصبح الاختبارات الحيوية لقياس وجود أو نشاط المواد المختبرة أسرع، أكثر دقة وأكثر مرونة فيمكن دمج جزيئات النانو المغناطيسية مع الأجسام المضادة المناسبة واستخدامها كعلامات على وجود جزيئات محددة أو ميكروبات، أو بالمثل استخدام جزيئات الذهب المدمجة مع مقاطع قصيرة من الحمض النووي للتعرف على تسلسل من الجينات في عينة ما وهناك أيضاً تقنية ثقوب النانو لتحليل الحمض النووي التي تحول تسلسل وحداته مباشرة إلى إشارات كهربية وباستخدام جزيئات النانو كعوامل للتباين(كبديل عن الصبغة) نحصل على صور بالرنين المغناطيسي والأشعة فوق الصوتية ذات تباين وتوزيع أفضل بل إن جزيئات النانو المضيئة تستطيع أن تساعد الجراح أثناء العملية الجراحية في التعرف على مكان الورم وبالتالي تجعل من عملية استئصاله أمراً أكثر سهولة.

هندسة الأنسجة:

تستطيع تقنية النانو أن تساعد في عملية إعادة تصنيع أو إصلاح الأنسجة التالفة ؛ فهندسة الأنسجة تستغل عملية تكاثر الخلايا المثارة صناعياً بواسطة جزيئات النانو وعوامل النمو و قد تصبح تلك التقنية في يوم ما بديلاً عن نقل الأعضاء أو الأعضاء الصناعية من جهة أخرى تظل هندسة الأنسجة أسيرة الجدال الأخلاقي المتعلق باستخدام الخلايا الجذعية.

ومن الأدوات المستخدمة في تقنية النانو في المجال الطبي :

١. الأجهزة المجهرية الدقيقة والمطورة مثل المجهر الإلكتروني الماسح.
٢. المعدات المستخدمة في تصوير الخلايا والبكتيريا والفيروسات والوحدات الجزيئية.
٣. جزيئات الكربون حيث يتم تشكيلها لإنتاج مواد أقوى ١٠٠ مرة من الفولاذ على الرغم من أن وزنها سدس وزن الفولاذ وأكثر من النحاس من ناحية التوصيل، ويمكن أن يستخدم بأمان في بعض التطبيقات الطبية مثل أنظمة إيصال الأدوية.

مستقبل طب النانو :

لا شك أن التطورات التي سيتمكن علماء النانو من تحقيقها في المستقبل ستتخطى كل تصوراتنا فالعالم يتجه نحو بناء أدوات في حجم النانو تستطيع أن تكتشف وتعالج الأمراض دون الحاجة إلى جراحات وبأسرع وقت ممكن للشفاء .

وإليكم بعض الأفكار التي يتنبأ العلماء أنها ستصبح حقيقة في المستقبل القريب :

١- إنسان آلي بحجم النانو (نانو روبوت) : سيغير هذا الاختراع وجه الطب إذا صار إلى واقع ملموس سيوجه طب النانو هذا الإنسان

الآلي لإصلاح أو لاكتشاف التلف والعدوى ويُتوقع أن يكون حجم هذا الروبوت من ٥ , ٠ ل ٣ ميكرون حتى يستطيع أن يمر عبر الأوعية الدموية الدقيقة وسيكون العنصر الرئيسي في تكوين هذا الروبوت هو الكاربون نظراً لصلابته والخواص الهامة الأخرى التي تتوفر في بعض أنواع الكاربون.

وسيتم تصنيع هذا الإنسان الآلي النانو في مصنع نانو مخصص لهذا الغرض ولمتابعة عمل الروبوت نستطيع أن نستعين بالرنين المغناطيسي أولاً سيتم حقن الروبوت في الجسم ليتجه إلى العضو أو النسيج المريض وسيتابع الطبيب خط سير الروبوت ليتأكد أنه وصل إلى وجهته الصحيحة وسيتمكن الطبيب أيضاً من رؤية أشعة مقطعية يظهر فيها الروبوت وهو يواجه المرض.

آلة إصلاح الخلايا : باستخدام الدواء والجراحة يستطيع الأطباء فقط أن يشجعون الأنسجة على إصلاح نفسها ولكن باستخدام الآلات الجزيئية ستكون عملية الإصلاح مباشرة بشكل أكبر وستستخدم تلك الآلات نفس الحيل التي يستخدمها الجسم لإصلاح نفسه ستخترق الغشاء الخلوي أتذيب المحتويات التالفة وتعيد بناءها وستقوم بإصلاح الحمض النووي وعلاج الخلل الجيني، بل ستتمكن أيضاً من اختراق غشاء البكتريا والفيروسات وتغيير خواصها وإزالة العوامل الممرضة بها.

النانوكمبيوتر :

حيث تم تصميم كمبيوترات متناهية الصغر يتم حقنها في جسم المريض، تقوم بعمليات محددة حسب برمجتها وتكون هذه الكمبيوترات متناهية الصغر وذاتية التحلل ، وسوف يتم استخدامها في كثير من المجالات ومنها :

أ. القضـاء عـلى الخلايـا المتسرطنـة: حيـث بإمـكان هـذه الأجهـزة المتناهيـة الصغـر أن تتحـرك داخـل الجسـم بحثـا عـن الخلايـا السرطانيـة وقتلهـا.

ب. الإمداد بالأوكسجين

ت. ميتوكندريا صناعية

٢. خلايـا الـدم النانومتريـة : وهـي خلايـا دم حمـراء صناعيـة يمكنهـا حمـل الأكسـجين بقـدرات فائقـة حيـث تصـل قدرتهـا في ذلـك ٢٣٦ مـرة مثـل خلايـا الـدم الحمـراء الطبيعيـة .

. خلايـا الأوعيـة الدمويـة وهـي خلايـا تقـوم باصـلاح أمـراض الشرايـين المختلفـة مثـل تصلـب الشرايـين وانفجارهـا .

٤. الخلايـا المنظفـة :وهـي أجهـزة تقـوم بتنظيـف الـدم مـن الأجسـام العالقة فيه والمسـببة للأمـراض .

ومن الأدوات المستخدمة في تقنية النانو في المجال الطبي:

▪

· الأجهزة المجهرية الدقيقة والمطورة مثل المجهر الإلكتروني الماسح

- المعـدات المسـتخدمة في تصويـر الخلايـا والبكتيريـا والفيروسـات والوحدات الجزيئية.
- جزيئـات الكربـون حيـث يتـم تشـكيلها لإنتـاج مـواد أقـوى ١٠٠ مـرة مـن الفـولاذ عـلى الرغـم مـن أن وزنهـا سـدس وزن الفـولاذ وأكثـر مـن النحـاس مـن ناحيـة التوصيـل ، ويمكـن أن يسـتخدم بأمـان في بعـض التطبيقـات الطبيـة مثـل أنظمـة إيصـال الأدويـة وتعتـبر مـن أشـهر الأمثلـة في اسـتخدام تقنية النانو في الطب .
- الأجهـزة الدقيقـة التـي تضـم النظـم الكهربائيـة الصغـيرة(**MEMS**) والتـي تحتـوي عـلى أجـزاء متحركـة مصغـره للعمليـات الجراحيـة والأجهـزة

المنظمة لضربات القلب.

- ميكرو فلويديكس لإجراء اختبارات الحمض النووي.
- ميكرو أرايس التي تستخدم للكشف عن كميات البكتريا المرضية.

الباب الرابع

تطبيقات فى مجال الزراعة

الباب الرابع
تطبيقات في مجال الزراعة

تستخدم النانو تكنولوجى الان فى الزراعة فى ميدان واسع فى الأسمدة والمياه ومعالجة المياه لأن الزراعة العامود الفقرى لاقتصاد أى دولة .

لماذا نستخدم النانو تكنولوجى فى الزراعة :

لأنها تعطى مساحة سطح كبير جداً مثل درافين أوكسيد يصنع من الفحم يعطى مساحة سطح كبيرة تصل ل ٦٠٠ متر مكعب ،وفى الأسمدة ، وفى معالجة المياة كذلك لأن المياه تحتوى على مواد صلبة كثيرة وميكروبات وجراثيم كبيرة وفى النانو ماتيريل ساعدت الطرق العادية فى هذا المجال مثل إزالة ملوحة المياه تحتاج إلى طاقة كبيرة جداً ، كفائتها قليلة ، ينتج عنها رائحة غير مرغوب فيها ، تستخدم فيها مواد كثيرة جداً والأمراض الناتجة عن استخدام مياه شرب سواء ملاريا أو فيرس سى أو تيفود.

تقنية النانو تكنولوجى ودورها فى النهوض بالحاصلات البستانية

نتناول هنا دور تقنية النانو وبعض تطبيقاتها كما يلى:

- ما هو دور الأسمدة النانوية فى النبات؟ .
- أهم مميزات الأسمدة النانومترية.
- بعض تطبيقات استخدام الصورة النانوية للأسمدة.
- تاثير الأسمدة النانوية على انبات البذور .

ما هو دور الأسمدة النانوية فى النبات؟

تلعب الأسمدة النانوية أدواراً مهمة فى تغذية النبات سواءاً تم رشها

على المجموع الخضرى أو تم اضافتها من خلال المعاملات الأرضية مثل:

١. زيادة نشاط عمليات التخليق الضوئى من خلال زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل.
٢. زيادة قدرة المحاصيل على تحمل ظروف الإجهاد المختلفة.
٣. زيادة مقاومة المحاصيل للأمراض.
٤. المحافظة على الصفات الجينية المطلوبة للمحاصيل الزراعية المختلفة.
٥. زيادة المواد الفعالة فى النبات .
٦. حيث يوجد حالياً على مستوى العالم ما يزيد عن ٨٠٠ منتج سمادى مادتها الفعالة الصورة النانوية لآكاسيد العناصر الصغرى ومن المتوقع زيادة المنتجات خلال السنوات القليلة القادمة.
٧. كما يوجد حوالى ١٥٪ من منتجات السماد عبارة عن الصورة النانوية للعناصر المختلفة خاصة الصغرى منها لتغطية احتياجات النباتات .
٨. كما تستخدم مواد النانو لتغطية الأسمدة التقليدية لتسهيل امتصاصها وزيادة كفائتها

أى أن استخدام المواد النانوية كبديل للأسمدة التقليدية أو كحوامل لمكوناتها له مميزات عديدة مثل زيادة القدرة على التحكم فى عملية التوجيه، وزيادة الإستجابة النباتية للاسمدة النانوية نظراً لسهولة دخولها للخلايا.

كما تعد ألية مناسبة لنقل المركبات للأماكن المستهدفة فى النبات سواء الأوراق أو الجذور أو الثمار أو باقى الأجزاء النباتية.

أهم مميزات الأسمدة النانوية:

ان استخدام المواد النانوية فى برامج التسميد يعتبر بديل فعال للأسمدة التقليدية حيث يحقق العديد من المزايا نظراً لاستعمالها بكميات أقل وثباتها العالى تحت الظروف المختلفة مما يزيد القدرة على تخزينها لفترات أطول

وبالتـالى تحقيـق العديـد مـن الفوائـد للنبـات والبيئـة وذلـك كـما يـلى :

١. الأسمدة النانوية ذات حجم صغير جداً فلا تحتاج مساحات كبيرة.
٢. يتـم اسـتخدامها رشـاً عـلى المجمـوع الخـضرى فيسـتفيد منهـا النبـات بصورة أسرع.
٣. سريعــة الامتصــاص، ممــا يتيــح اســتعمالها فى الأوقــات المطلوبــة تبعــاً لاحتياجــات النبــات الفعليــة.
٤. لا يحتـاج الفـدان إلا كميـات قليلـة منهـا فمثـلاً نجـد أن اسـتخدام ١ كجـم فقـط مـن سـماد النانوفوسـفات يكـون بديـلاً عـن ١٥٠ إلى ٢٠٠ كجـم سـماد سـوبر فوسـفات فى مـزارع الموالـح.
٥. تساعد الأسمدة النانوية فى حماية البيئة وصحة الإنسان.
٦. تزيد من ربحية المزارع نظراً لتقليل مصاريف التسميد والرش.
٧. ان اسـتخدام الأسـمدة النانويـة يسـاعد عـلى تقليـل اسـتهلاكنا للمـوارد والطاقـةبقـدركبيرممـايـؤدىلتحقيـقالتوسـعالاقتصـاديالصديـقللبيئـة.
٨. اسـتخدام الأسـمدة النانويـة يسـاعد فى التغلـب عـلى مشـاكل تلـوث التربـة والميـاه وتقليـل الانبعاثـات الكربونيـة لمصانـع الأسـمدة التقليديـة التـي تسـبب التغـيرات المناخيـة الحـادة.
٩. كـما أن اسـتخدام الأسـمدة النانويـة فى الظـروف البيئيـة الغـير ملائمـة يـؤدى لتقليـل الاجهـاد الـذى تتعـرض لـه النباتـات.
١٠. يـؤدى نقـع البـذور فى الأسـمدة النانويـة لتحسـين انباتهـا وزيـادة قـوة البـادرات عـلى تحمـل الظـروف المختلفـة.

بعض تطبيقات استخدام المركبات النانوية فى الانتاج النباتى:

يوجـد حاليـاً أنـواع مختلفـة مـن العنـاصر الغذائيـة التـى يحتاجهـا النبـات سـواء الكـبرى أو الصغـرى فى الصـورة النانويـة مما يتيـح اسـتخدامها فى العديـد مــن المحاصيــل ســواء الحقليــة أو البســتانية مثــل النيتروجــين والفوســفات

والبوتاسيوم والحديد والزنك والكالسيوم وغيرها.

كما تستخدم فى انتاج مواد تعبئة وتغليف لثمار الفاكهة والخضر لتقليل الفاقد منها وزيادة عمر الثمار والاحتفاظ بمواصفاتها لأطول فترة ممكنة.

١. استخدام الكالسيوم النانوى رشاً على العنب المنزرع تحت اجهاد الملوحة أدى لزيادة النمو الخضرى وزيادة تركيز الكلوروفيل فى الأوراق.
٢. استخدام جزيئات السيلكا النانوية فى حفظ الخضروات والفاكهة تقلل من إصابتها بعفن البوتريتس أثناء الحفظ والشحن مما يزيد من فترة عمر الثمار ويقلل الفقد فى الوزن ومعدل تنفس الثمار.
٣. استخدام أسمدة الفوسفات فى الصورة النانوية (بمعدل ١ كجم) يكون بديلاً عن ١٥٠ إلى ٢٠٠ كجم سوبرفوسفات فى مزارع الموالح وبالتالى خفض كمية الأسمدة المضافة للتربة .
٤. استخدام أكسيد الزنك النانوى (**Zn NPs**) رشاً على الفول السودانى بتركيز أقل ١٥ مرة عن التركيز الموصى به للرش بكبريتات الزنك أدى لزيادة المحصول الكلى ٣٠٪.
٥. استعمال جزيئات الفضة فى الصورة النانوية (**SNPs**) على الريحان أدت لتحسين نمو النباتات وزيادة محصول البذور ورفع تركيز المواد الفعالة فى الأوراق.
٦. استعمال الصورة النانوية للفضة (**SNPs**) على زهور القطف " الجلاديولس والتبروز أدى لاطالة عمر الأزهار.
٧. زيادة محتوى ثمار الطماطم من فيتامين ج والمواد الصلبة الذائبة بالاضافة لزيادة صلابة الثمار عند التسميد بالزنك والحديد والكالسيوم فى الصورة النانوية.
٨. كما تم استخدام أسمدة تقليدية مغلفة بمواد نانوية على نبات القمح مما أدى لزيادة إنبات البذور حيث وصل إلى ٩٩٪ كما انعكس أثرها

على زيادة النمو الخضرى وكمية المحصول.

٩. حيث يرجع ذلك لقدرة المركبات النانومترية على الوصول واختراق البذور وزياده حيويتها من خلال تحسين امتصاصها للمواد العضوية الهامة وأيضاً تحسين وظائفها الحيوية.

ان استعمال تطبيقات النانو فى المجال الزراعى بصورة جادة يساهم بفعالية فى زيادة إنتاجية وحدة المساحة من المحاصيل المختلفة وزيادة جودة الثمار وزيادة قدرتها التنافسية من خلال تقليل متبقيات الأسمدة والمبيدات فيها كما يحافظ على التربة ويقلل تلوث المياه الجوفية ببقايا الأسمدة المختلفة مما ينعكس بصورة اقتصادية على العائد الاقتصادى للمزارع من خلال تقليل المصاريف وبالتالى زيادة ربحيته من المحاصيل المختلفة وزيادة فرص التصدير من خلال زيادة تنافسية المنتج.

النانو تكنولوجي وإستخدامها في التسميد

النيتروجين هو مصدر التغذيه المعدنيه الرئيسى للغذاء فى العالم، والكتلة الحيوية، وإنتاج الألياف في الزراعة، فهو إلى حد بعيد العنصر الأكثر أهمية في الأسمدة عندما يحكمها من حيث الطاقة اللازمة لتصنيعها وتوليفها، والحمولة المستخدمة والقيمة النقدية ومع ذلك فإن عند مقارنة كميات النيتروجين التى يتم تطبيقها على التربة بكفاءة استخدام النيتروجين بواسطة المحاصيل فإنها تكون منخفضة جداً ما بين ٥٠ و٧٠٪ من النيتروجين المطبقه من استخدام الأسمدة التقليدية فإن تركيبات المواد المغذيه ذات أبعاد أكبر من ١٠٠ نانومتر تفقد بسبب تسربها وذوبانها السريع فى الماء في شكل نترات وبالتالى ترشحها لأسفل بالاضافه لتلويثها للمجارى المائيه بعنصر النترات المسبب لظاهرة التشبع الغذائى، وأيضاً انبعاثها فى صورة غازات الأمونيا وأكاسيد النيتروجين، وعلى المدى الطويل

يحث اندماج النيتروجين المعدنى بداخل الكتله العضوية في التربة عن طريق الاحياء الميكروبيه الدقيقه فى التربه وقد اجتمعت محاولات عديدة لزيادة كفاءة استخدام النيتروجين وحتى الآن لكن مع القليل من النجاح، وربما يكون الوقت قد حان لتطبيق تكنولوجيا النانو لحل بعض هذه المشاكل.

أظهرت أنابيب الكربون النانو مؤخراً اختراقاً لبذور الطماطم، وشوهدت جزيئات أكسيد الزنك عند دخولها للأنسجة الجذرية لأنواع علف الزوان وهذا يشير إلى أن أنظمة ارسال المواد الغذائية الجديدة التي تستغل نطاق الفتحات الموجوده فى مقياس النانو التي يسهل اختراقها على سطح النبات وبطرق يمكن تطويرها فالاستخدام المحتمل لتكنولوجيا النانو فى الأسمده سيكون لتحسين تركيبات الأسمدة، ومع ذلك قد يعوق ذلك انخفاض تمويل الأبحاث وعدم وجود اللوائح الواضحه وسياسات الابتكار وتظهر مراجع براءات الاختراع الحاليه أن استخدام تكنولوجيا النانو في تطوير الأسمدة لا تزال منخفضة نسبياً (حوالي ١٠٠ براءة اختراع ١٩٩٨ و٢٠٠٨) مقارنة مع الأدوية (أكثر من ٦٠٠٠ براءة اختراع خلال الفترة نفسها).

(a تحسين النمو فى٢٧ يوماً في المتوسط لشتلات الطماطم القديمة تحتوي على أنابيب الكربون النانوية .

b) نقل صورة مجهرية إلكترونيه لجذور علف الزوان تبين دخول جزيئات أكسيد الزنك .

ويشير سماد النانو إلى المنتج الذى يرسل العناصر المغذيه للمحاصيل في واحدة من ثلاث طرق فالمغذيات المعدنيه أو العنصريه يمكن أن تكون مغلفة داخل المواد النانوية مثل أنابيب النانو أو المواد ذات بناء نانو مفتوح

، ويتم بعد ذلك تغليفها بفيلم رقيق من البوليمر الواقى، أو ارسالها على هيئة جسيمات أو مستحلبات تكون أبعادها فى ابعاد مقياس النانو ، ونظراً لأمتلاكها لمساحة سطح نوعى كبير جداً بالمقارنه بالحجم الكلى فإن فعالية أسمدة النانو قد تتجاوز فعالية الأسمدة التقليدية المغلفة بالبوليمر الأكثر ابتكاراً والتي شهدت تحسناً كبيراً في السنوات العشر الماضية.

ومن الناحية المثالية، يمكن لتكنولوجيا النانو أن تزود الأجهزة والآليات لمزامنة إطلاق النيتروجين من الأسمدة مع امتصاصه من قبل المحاصيل وينبغي على أسمدة النانو إطلاق المواد المغذيه عند الطلب فقط بواسطة النبات، في حين تمنع أسمدة النانو المغذيات المعدنيه وتحميها من تحولها قبل الأوان إلى أشكال كيميائية وغازية بشكل يصعب ولا يمكن امتصاصها من قبل النباتات ويمكن تحقيق ذلك عن طريق منع المواد المغذيه من التفاعل المباشر مع التربة والمياه والكائنات الحية الدقيقة، وإطلاق العناصر المغذيه فقط عندما يمكن استيعابها وامتصاصها مباشرة بواسطة النبات.

ومن الأمثلة على هذه الاستراتيجيات المتبعه فى تكنولوجيا النانو فى الأسمده والتسميد التى بدأت في الظهور، فقد استخدمت تركيبات نانو من هيدروكسيد الزنك والألومنيوم ثنائى الطبقه من أجل السيطرة والتحكم فى انطلاق وخروج المركبات الكيميائية التي تعمل على تنظيم النمو فى النبات كمنظمات للنمو فإن تحسين انتاجية المحصول يعود إلى الأسمدة التي يتم دمجها داخل أنابيب النانو اللولبيه (شرائح من الدهون ثنائية الطبقة وملتويه) وكذلك استراتيجية التحكم فى إطلاق النيتروجين بواسطة التحلل المائى لليوريا من خلال إدخال إنزيمات اليورييز أو انزيمات متخصصه فى تحلل اليوريا (تحويلها إلى النيتروجين العنصرى) داخل مواد السليكا ذات

بناء نانو مفتوح وعلى الرغم من أن هذه الأساليب واعدة وجديده إلا أنها تفتقر فقط إلى الآليات التي يمكن من خلالها التعرف على والاستجابة لاحتياجات النبات والتغيرات في مستويات النيتروجين في التربة فينبغي التطوير الوظيفي لهذه الأجهزه والأفلام الرقيقه فى مقياس النانو فهي لديها القدرة على تحقيق مكاسب كبيرة في زياة كفاءة استخدام النيتروجين وإنتاجية المحاصيل.

بالإضافة إلى زيادة كفاءة استخدام النيتروجين ، قد تكون تكنولوجيا النانو قادرة على تحسين أداء الأسمدة بطرق أخرى على سبيل المثال، وذلك نتيجة لامتلاكها خصائص بصريه ضوئيه ، فقد تم دمج ثاني أكسيد التيتانيوم وهو فى مقاس النانو داخل الأسمدة كمادة مضافة للجراثيم، وعلاوة على ذلك فإن ثاني أكسيد التيتانيوم قد يؤدي أيضاً إلى تحسين غلة المحاصيل من خلال الاختزال الضوئي لغاز النيتروجين من الجو مباشرة وعلاوة على ذلك فقد ثبت أن جسيمات النانو سليكا الممتصه بواسطة الجذور والتى شوهدت على شكل أفلام فى جدران الخلايا أنها تستطيع أن تعزز مقاومة النبات للإجهاد مما يؤدي إلى تحسين انتاجية المحصول.

ومن الواضح أن هناك فرصة لتكنولوجيا النانو أن يكون لها تأثير عميق على الطاقة والاقتصاد والبيئة، من خلال تحسين منتجات السماد وينبغي استكشاف آفاق جديدة لدمج تكنولوجيات النانو إلى أسمدة، إدراكاً لأي خطر محتمل على البيئة أو على صحة الإنسان مع الجهود المستهدفة من قبل الحكومات والأكاديميين في تطوير مثل هذه المنتجات الزراعية وتمكينها، ونحن نؤمن بأن تكنولوجيا النانو ستكون مسار للتحول في هذا المجال.

ومع زيادة نسب التلوث بالمتبقيات فى الحاصلات الزراعية المختلفة

ومـا يترتـب عليـه مـن رفـض للشـحنات المصـدرة ممـا يسـبب خسـائر للاقتصـاد الوطنـى، كان لابـد مـن اللجـوء لطـرق مختلفـة لتـلافى ذلـك، وتعظيـم العائـد مـن العمليـة الزراعيـة، وعليـه تـم اللجـوء لاسـتخدام مركبـات النانـو المختلفـة عـلى نطـاق تجـارى فى العقـود الأخـيرة للتغلـب عـلى هـذه المشـكلات.

وهنـاك العديـد مـن الدراسـات الواعـدة عـن إسـتخدام تقنيـة النانـو فى تسـميد النباتـات لتقليـل كميـات الأسـمدة المضافـة للتربـة، وتقليـل تلوثهـا بمتبقيـات الأسـمدة والمبيـدات، والحفـاظ عـلى البيئـة، وكذلـك حفـظ الأغذيـة ومكافحـة الآفـات الحشريـة وألاكاروسـات، ورصـد أماكـن تواجـد الإصابـات الحشريـة داخـل المـزارع، وتقليـل الفاقـد فى المحاصيـل الزراعيـة، وتنقيـة التربـة مـن العنـاصر الثقيلـة التـى تعيـق إمتصـاص النباتـات للعنـاصر الغذائيـة.

حيـث يـؤدى اسـتخدام التطبيقـات النانويـة فى العمليـة الزراعيـة لتحسـين إنتـاج الغـذاء بالكامـل بدايـة مـن بـدء عمليـة الإنتـاج وانتهـاءاً بالتعبئـة، كـما أن لهـا تأثـيراً كبـيراً في زيـادة الكفـاءة الإنتاجيـة للمسـاحة المزروعـة.

الكربون نانو تيوب

اسـتخدم لازالـة البكتيريـا والفيروسـات مـن المـاء ، لأن الفلاتـر التقليديـة لا تسـتطيع أن تزيـل تمامـاً كل البكتيريـا مـن المـاء ، فى الكربـون نانـو تيـوب تصنـع فلاتـر الآن تزيـل كل البكتيريـا والفيروسـات مـن الميـاة وحاليـاً تسـتخدم المـواد المغناطيسـية فى إزالـة الصبغـات أو الفيروسـات التـى فى الميـاة ، وهنـاك أبحـاث تـم نشرهـا اسـتخدمت فيهـا الكالسـيوم والفسـفور وبـدون أى تأثـير سـام عـلى النبـات أو البيئـة أو الانسـان وتـم اسـتخدامة فى إزالـة العنـاصر الثقيلـة كالرصـاص والزرنيـخ والنحـاس لنسـبة تصـل إلى ٩٥ - ٩٩٪.

وهنـاك مثـلاً صبغـة تنتـج مـن مخلفـات المصانـع التـى تسـتخدم فيهـا

الصبغـات كمصانـع الدباغـة وتلـوث مصـادر الميـاه ولهـا تأثـير عـلى الانسـان فتـم اسـتخدام ترسـيب لتلـك الجزئيـات وفى النهايـة نحصـل عـلى ميـاه نظيفـة تمامـاً.

النانو بست سايد

الافـراط فى اسـتخدام المبيـدات يحـدث مشـاكل للبيئـة أو الانسـان أو التربـة ، باسـتخدام النانـو تكنولوجـى نحصـل عـلى تقنيـة وثـورة حديثـة ونقـوم بعمـل حمايـة للنبـات مـن الحشـائش والأمـراض التـى تصـل إلى النبـات .

استخدام النانو بست سايد

نظـراً لقدرتـه العاليـة جـداً عـلى النفـاذ وتقليـل الكميـة المسـتخدمة وبالتـالى التكلفـة قليلـة جداً.

ومـن الأمثلـة عـلى النانـو بسـت سـيد تـم الإنتـاج عـلى نطـاق واسـع مـادة تصنـع فى حجـم النانـو بحيـث تقـوم باسـتخدام أقـل كميـة وتعطـى نفـس القـوة فمقارنتهـا فى حالـة اسـتخدامها فى الجلسريـن العـادى فى مكافحـة الآفـات ، فعنـد اسـتخدام النانـو جليسريـن باسـتخدام كميـة صغـيرة جـدا تعطـى كفـاءة عاليـة جـدا تصـل لقتـل كل الآفـات خـلال ٦ سـاعات فقـط عكـس الطريقـة العاديـة التـى تسـتهلك كميـات كبـيرة جـداً وفى مـدة تصـل ل ٢٤ سـاعة .

هنـا وفـرت فى الوقـت ووفـرت التكلفـة وكذلـك النفـاذ لقتـل كل اليرقات فى مـدة أقـل كثـيراً وأعطيـت كل نبـات الجرعـة المطلوبـة وبتكلفـة أقل.

اسـتخدم أيضـاً الكابـرى أكسـيد فى الأمـراض التـى تصيـب الطماطـم أو اللفحـة وأوراق النبـات وقمنـا باسـتخدام تركيـز قليـل جـداً وبكفـاءة تصـل ل ٩٥ ٪ .

التيتانيوم دايوكسيد

بـدأ اسـتخدام مـواد مـن الالومنيـوم والسـليكون فى مكافحـة العفـن فى العنـب ، وكذلـك حـل مشـاكل الـذرة والتبقـع البنـى ومشـاكل النبـات ككل ، كل ذلـك باسـتخدام النانـو تكنولوجـى بـدون نبـات كذلـك مكافحـة أمـراض النبـات المثمـر باسـتخدام النانـو تكنولوجـى وكلهـا أبحـاث منشـورة ومعمـول بهـا .

والتكلفـة فى النانـو تكنولوجـى قليلـة والكميـة قليلـة جـداً بتركيـزات قليلة جـداً مقارنـه بالاسـتخدامات المفرطـة وبذلـك تقلـل مـن الأمـراض التـى تصيب الانسـان أو البيئـة .

فى الأسـمدة نعانـى مـن اسـتخدام الأسـمدة التـى تـؤدى إلى تلـوث بيئـى فى التربـة والنبـات ويصـل فى النهايـة إلى الانسـان مسـبباً أمـراض كثـيرة جـداً .

الميـزة فى مركبـات النانـو هـى مسـاحة السـطح الكبـيرة التـى تقلـل مـن الحجـم او التركيـز المسـتخدم وبالتـالى تقلـل مـن الافـراط فى اسـتخدامها ولا تسـبب مشـاكل للغابـات او الانسـان بعـد ذلـك وهـى مـواد صديقـة للبيئـة كذلـك يسـتطيع الانسـان أن يسـتفيد مـن العنـاصر التـى يحتاجهـا أو المغذيـات التـى تصـل إلى الخلايـا التـى يحتاجهـا النبـات بتركيـزات قليلـة جـداً الآن يصنـع الحديـد والزنـك والمغانسـيوم وتلـك كلهـا مركـزات يحتاجهـا النبـات ، كذلـك يضـاف لهـا النانـو سـيديكا ولـه ميـزة أنـه مقـاوم ضـد الجفـاف والأمـراض والحـشرات ويزيـد مـن نسـبة الاسـتفادة مـن الفسـفور للنبـات ويعطـى مـع ذلك زيـادة فى المحصـول وحيويـة للنبـات وبـدون تجاعيـد للورقـة وتمـت تجربتـه عـلى المانجـو ويعطـى محصـول عـالى جـداً ويقلـل مـن الفاقـد أو سـقوط الثـمار ويزيـد مـن البراعـم فى القطـن كذلـك مركبـات النانـو كالسـيوم وهنـاك شركـة فى ايـران

تصنعه على نطاق واسع جداً ، نانو ماغنسيوم ، منجنيز ، زنك ، بوتاسيوم ، كلها مركبات فى صورة النانو يحتاجها النبات فى صورة صغيرة جداً مقارنه بالأسمدة المتاحة.

النانو فوود

يستخدم النانو فود فى مواد التعبئة والتغليف وهى مواد ضد الميكروبات لضمان سلامة المواد الغذائية أقصى مدة ممكنة ويقوم بحجز الضوء والرطوبة وأشعة الشمس عن المواد المحفوظة ويستخدم أيضاً علامات على المواد الغذائية كالدواجن المجمدة فيكون عليهاعلامة خضراء لضمان أنها طازجه وحينما تتحول للون البرتقالى تكون آمنه أيضاً لكن عند تحول هذه العلامة للون الأحمر تكون المواد المحفوظة غير آمنه نتيجة تغير اللون باستخدام النانو فود .

كذلك رش المانجو بمواد آمنه يزيد مدة حفظ الثمار لمدة تصل ل ٤٥ يوم مقارنه بالثمار العادية .

القضاء على الآفات باستخدام تكنولوجيا النانو

قال الدكتور أحمد إبراهيم البطل، أستاذ الميكروبيولوجيا التطبيقية والنانو بيو تكنولوجى والأستاذ الزائر بجامعة ماكجيل مونتريال، بكندا إنه تم البدء فى برنامج بحث هدفه الأساسى دفع الدراسات البحثية نحو الاستفادة التطبيقية من التقنية الإشعاعية وطرق النانو تكنولوجى والتكنولوجيا الحيوية فى تحسين وتطوير إنتاجية المواد الحيوية (المكملات الغذائية والأغذية الوظيفية) بغرض تعظيم استغلالها فى الصناعة ومن هذا المنطلق تم وضع إستراتيجية لمشروع بحث تطبيقى إنتاجى لتحقيق الهدف من الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية ومن منطلق الأبحاث والخبرات العلمية والتكنولوجية السابقة.

وأشار إلى أن دراسة جدوى هذا المشروع أكدت أنه من المشروعات المقبولة تجاريًا، وذلك بمشاركة مجموعة من الباحثين منهم الدكتور نور الدين أمين محمد والدكتور أحمد شفيق ندا والدكتور فرج مرزوق مرعى ورشا محمد فتحى وغريب السيد الصياد والدكتور أحمد عبدالظاهر عسكر، وفريق بحث آخر داخل المركز وخارجه من كليات ومعاهد بحثية مختلفة لدراسة التطبيقات المختلفة للمنتجات التى تم إنتاجها، حيث تم الوصول لعدد من التطبيقات.

وأضاف البطل أنه تم إنتاج تطبيقات مختلفة فى مجال الأغذية العلاجية ومستحضرات التجميل حيث تم إنتاج بعض منتجات النيوتراسيوتيكال على المستوى الصناعى ذات فاعلية حيوية وجودة عالية لاستخدامها فى مجال الثروة الحيوانية والمجال الزراعى، كما تم إنتاج خميرة الخباز الغنية بكل من السلينيوم العضوى- الكروميوم العضوى- الزنك العضوى- الحديد العضوى- المنجنيز العضوى وأيضاً تم إنتاج أملاح الميثيونين والليسين الأمينية المحورة للمجترات.

وفى مجال الأغذية العلاجية تم إنتاج بكتين الموالح المحور مع النانو سيلينيوم وجنين القمح المخمر مع النانو سيلينيوم وإنتاج زبادى عالى المحتوى من البروبيوتكس والسيلينيوم العضوى التى تم استخدامها كأغذية وظيفية ذات صفة علاجية خصوصاً فى التقليل من الآثار الناجمة من خطر التعرض للعلاج بالإشعاع وكمواد مساعدة فى علاج مرضى السرطان، وأيضاً تم إنتاج دقيق القمح المدعم بالحديد العضوى (فى صورة الخبز البلدى) لتقييم السمية والأمان بتركيزات صغيرة مسموح بها وذات فاعلية بيولوجية لمدة ٦٠ يوماً ويعتبر الحديد فى صورة الأحماض الأمينية العضوية هو الأنسب والأفضل لتدعيم دقيق القمح للمساعدة فى علاج

حـالات مـرضى فقـر الـدم (الأنيميـا).

وتابـع أنـه تـم إنتـاج هـذه المـواد بكميـة كافيـة وتمـت تجربتهـا عـلى المسـتوى الحقـلى بالتعـاون مـع مركـز البحـوث الزراعيـة بـوزارة الزراعـة فى مـزارع الحيوانـات الداجنـة والمجـترات (حيوانـات المزرعـة) وأيضـاً عـلى المحاصيـل الزراعيـة بالحقـل، كـما تـم اسـتخدام صبغـة الميلانـين نظـراً لتفردهـا ببعـض الخصائـص البيولوجيـة الهامـة، وعـلاوة عـلى ذلـك فـإن للصبغـة القـدرة عـلى امتصـاص الأشـعة فـوق البنفسـجية وبالتـالى فهـى تحمـى جلـد الإنسـان مـن التأثـير الضـار لهـذه الأشـعة وتحميـه مـن سرطـان الجلـد ولهـذا يطلـق عليهـا الصبغـة الحاميـة الضوئيـة.

وتـم تخليـق تلـك الصبغـة بواسـطة الميكروبـات بتركيـزات عالية باسـتخدام عمليـات النانـو تكنولوجـى والتقنيـة الحيويـة والإشـعاعية لاسـتخدامها فى التطبيقـات البيولوجيـة والطبيـة والصناعيـة مثـل تخليـق جسـيمات النانـو المختلفة وتحضـير مسـتحضرات صيدلانيـة تحتـوى عـلى الصبغـة، كـما تـم إنتـاج جسـيمات النانـو نحـاس والنانـو بزمـوت عـن طريـق صبغـة الميلانـين وتـم اسـتخدامها كمضـادات للميكروبـات فى عمليـات حفـظ الأغذيـة ومحاليـل مطهـرة للفـم.

الباب الخامس

العالم وتطبيقات النانوتكنولوجى

الباب الخامس
العالم وتطبيقات النانوتكنولوجي

تجارب دول العالم والعرب في مجال تنمية تقنية النانو تكنولوجي

تقنية النانو أو تقنية المنمنمات هي دراسة ابتكار تقنيات ووسائل جديدة تقاس أبعادها بالنانومتر، وهو جزء من الألف من الميكرومتر أي جزء من المليون من المليليمتر.

وبدأ استخدام هذا المصطلح في مجال الصناعات الإلكترونية المتصلة بالمعلومات، ثم انتشر بعد استخدامه لمجالات أخرى وتستخدم هذه التقنية الخصائص الفيزيائية المعروفة للذرات والجزيئات لصناعة أجهزة ومعدات جديدة ذات سمات غير عادية.

أصبحت هذه التقنية حقيقة واقعة تحظى باهتمام العديد من دول العالم المتقدم، إذ أنها تبشر بثورة علمية جديدة في المستقبل القريب في شتى مجالات الحياة لذلك نعرض هم التجارب الدولية والعربية السابقة والحالية في مجال تنمية الصناعات المستقبلية وتطبيقات تقنيات النانو.

واقع النانو في الولايات المتحدة:

تنبأت مؤسسة العلوم القومية الأمريكية بأن سوق خدمات تقنيات النانو ومنتجاتها سيصل إلى تريليون دولار بحلول عام ٢٠١٥ م، ومَن يحظى بقيادة تقنيات النانو سيتحكم في الاقتصاد العالمي في القرن الحادي والعشرين وتشير التقديرات الاقتصادية إلى أن ما تمَّ بيعه في عام ٢٠٠٦ م من المنتجات المصنعة بتكنولوجيا النانو، وصل إلى ١٥ مليار دولار، ويتوقع أن يزيد هذا

الرقم ليصل إلى نحو ٤ مليار دولار في عام ٢٠٠٨ م.

واقع النانو في روسيا:

أعلن مصدر روسي رسمي أن شركة روس نانو تكنولوجيا ستخصص أكثر من ١٤ مليون دولار أمريكي لإنتاج عدسات بصرية فريدة من نوعها باستخدام تكنولوجيا النانو ونقلت مصادر إخبارية روسية وأن شركات أخرى ستخصص مبالغ مماثلة للغرض نفسه وقال إيفانوف إن تطبيق مثل هذه التكنولوجيات الحديثة سيشمل طائفة واسعة من الأجهزة بما فيها كاميرات التصوير ومختلف الوسائل الفضائية وأشار إلى أن المشروع سينفذ على مرحلتين، وأن المرحلة الأولى تبدأ بين عام ٢٠٠٨م وعام ٢٠١٠م من تصنيع وتجهيز المعدات الجديدة اللازمة، قبل أن يبدأ إنتاجها الصناعي المتسلسل في المرحلة الثانية اعتباراً من المرحلة الممتدة بين عامي ٢٠١٠ و٢٠١٢ وكانت تكنولوجيا النانو سمة مميزة لمعرض تقنيات القرن ال ٢١ الذي أقيم في روسيا في عام ٢٠٠٨.

وضم المعرض اختراعاً يتعلق بتلك التكنولوجيا من إنتاج مؤسسات روسية أحد العارضين، وهو مؤسسة صنعت في وقت سابق ما يخفي المنشآت الهامة المطلوب حمايتها والسفن والطائرات عن رادارات العدو وتنتج هذه المؤسسة الآن أقمشة تحمي الإنسان من موجات كهرو مغناطيسية شديدة وما يُكسب الأقمشة القدرة على مقاومة الموجات غير المرغوب بها هو تكنولوجيا النانو.

ويمكن أن تستخدم أقمشة النانو في المستشفيات وفي المباني القريبة من شبكة الهاتف الخلوي وفي الغرف المكتظة بأجهزة الكمبيوتر الشخصي وأيضا لضرب ستار من السرية على مواقع المفاوضات السياسية والتجارية.

واقع النانو في إسرائيل :

أما في إسرائيل فقد اهتمَّت كثيرًا بتطوير وإنتاج تكنولوجيا النانو؛ حيث أسس معهد أبحاث النانو بتكلفة بلغت ٨٨ مليون دولار، ومعهد إسرائيل التكنولوجي في مدينة حيفا، برأسمال قدره ٤ مليون دولار، وحشدت فيه ٢٠٠ عالم من كل التخصصات.

كما أنشئوا في عام ٢٠٠٣ م هيئة أبحاث النانو، ورصدوا في نهاية العام الماضي ما يقرب من ٩٠مليون دولار، بالإضافة لدعم هذه الهيئة من قِبل الولايات المتحدة، بما يوازي ٢٥٠ مليون دولار، وقد تم إنشاء ما يقرب من ٨٠ شركة في الكيان، من إجمالي ٨٢٠ شركة حول العالم، لإنتاج وتسويق منتجات تكنولوجيا النانو، ويتوقع أن يصل إنتاج إسرائيل في هذا القطاع إلى تريليون دولار في عام ٢٠١٥ م.

واقع النانو في تايوان :

قامت الاستراتيجيه في تايوان على حوافز للشركات الصغيرة والمتوسطة نتيجة أن عدد السكان محدود وقامت الحكومة بإنشاء المعهد الصناعي للبحوث التكنولوجية(**ITRI**) في عام ١٩٧٣ ليدعم البحوث الصناعية وعلى الأخص الصناعات الالكترونية وكانت الرؤية لهذا المعهد أن يكون من أكبر معامل الأبحاث المتميزة ويوظف الإبداع التكنولوجي لجعل تايوان قادرة على مواجهه تحديات المستقبل وهذا المعهد يضم٧ معامل متخصصة و٥ مراكز للبحوث مركزه حول جامعتين في مجمع هينشو العلمي.

وتمتلك تايون عده مصانع لرقائق السيلكون ومنها أكبر شركتين عالميتان في هذا المجال .

النانو في كوريا :

تعتـبر كوريـا أكـبر منتـج للدوائـر المتكاملـة خصوصـاً في مجـال الذاكـرات والشاشــات واعتمــدت كوريــا عــلى الــشركات الكوريــة العملاقــة في إنشــاء صناعــات الكترونيــة قويــه مثــل سامســونج وجولدســتار ونتيجــة ريــادة هــذه الــشركات العملاقــة ازدهــرت الصناعيــة بعــدد كبــير مــن الــشركات الصغــيرة والمتوسـطة التـي تقـدم مختلـف الخدمـات التقنيـة لهـذه الـشركات وهنـاك بالطبـع نظــام تعليــم ممتــاز وجــاد والمثــير أن لغــه التدريــس هنــاك تعتمــد عــلى اللغــة الكوريــة.

وحســب احصائيــه ٢٠٠٦ في الســوق الصينــى الآن يوجــد حــوالي ٢٤٥ شركـه تعمـل في مجـال التصميـمات الإلكترونيـة وتقنيـة النانـو و١٩٪ منهـا تحقـق إجمــالى مبيعــات يتعــدى ١٥ مليــون دولار أمريكــي وفى تايــوان ترتفــع النســبه حيــث أن اجمــالى الدخــل ل ٣٧٪ مــن الــشركات يتعــدى ١٥ مليــون دولار.

النانو في سنغافورة وماليزيا :

تركــز ســنغافورة عــلى التصميــمات الالكترونيــة الدقيقــة والمعقــدة التــي تحتــوى عــلى كــم كبــير مــن الممتلــكات الفكريــة وهــو مــا يجعــل العائــد المــالي مجـزى جـداً ومعهـد البحـوث الاليكترونيـة يقـع في نطـاق مجمـع التكنولوجيـا وهــو منطقــه ضخمــه المســاحة وتركــز فيهــا مراكــز لأبحــاث للــشركات متعــددة الجنسـيات وكلهـا يقـع في محيـط جامعـه سـنغافورة الوطنيـة ذات السـمعة العالميـة المرموقــة وتعتمــد ســنغافورة عــلى الــدول المجــاورة مثــل ماليزيــا والصــين في التصنيــع لرخــص العمالــة في هــذه الــدول بالمقارنــة بســنغافورة.

أمــا ماليزيــا فتعتــبر تجربــه فريــدة في التنميــة الصناعيــة ككل وتنميــه الصناعــات الالكترونيــة نتيجــة للنمو السريــع للصناعــات الالكترونية باســتخدام

تقنيـة النانـو، وكان مـن البديهـي أن تهتـم الحكومـة بالتصميـمات الكهربيـة وإنتـاج الدوائـر المتكاملـة وقامـت باسـتثمارات ضخمـه في مجـال تصنيـع رقائق السـيلكون وافتتـح أول معمـل لإنتـاج هـذه الرقائـق في عـام ١٩٩٦م اسـتثمار يقـرب مـن ال ٥٠٠ مليـون دولار وفى عـام ٢٠٠١م تـم افتتـاح معملـين آخريـن في شـمال البـلاد والآخـر في مقاطعـه سرواك باسـتثمار يقـارب ال ٣,٥ مليـار دولار وبالمشـاركة مـع بعـض الـشركات اليابانيـة والأمريكيـة وهـى معامـل تجاريـه حديثـه تعمـل في مجـال ال ٩٠ نانـو مـتر.

ولتقديـر حجـم النجـاح الـذي أنجزتـه ماليزيـا فـأن حجـم الإنتـاج المصنـع الالكـتروني تجـاوز ال ٤٠ مليـار دولار سـنوياً وهـو مايقـارب أو يتعـدى قيمـه الإنتـاج الالكـتروني لبريطانيـا واسـتطاعت القضـاء عـلى الفقـر لقطاعـات كبـيره مـن الشـعب فنسـبه السـكان تحـت خـط الفقـر لا تتعـدى ٢٪.

ولقـد قامـت الحكومـة الماليزيـه في ال ١٠ سـنوات الأخـيرة ببرامـج عـده لتشـجيع الـشركات المحليـة للعمـل في مجـال الاليكترونيـات عـن طريـق عـده وسـائل منهـا إنشـاء القريـة الذكيـة باسـتثمار يتعـدى المليـار دولار.

الصين وطفرة في صناعات النانو:

عـلى الرغـم مـن أن الولايـات المتحـدة، اليابـان، ألمانيـا وكوريـا الجنوبيـة لا زالـت المصـادر الرئيسـية في مجـال تطويـر وأبحـاث تقنيـة النانـو، لكـن الصـين وتايـوان يضيقـان الفجـوة بسرعـة، وذلـك يعـود بشـكل كبـير إلى الاسـتثمارات العامـة في مجـال التطويـر والأبحـاث، بالإضافـة إلى الاسـتثمار في التعليـم العلمـي.

لم يكـن الإعـلام الصينـي قبـل عـام ٢٠٠٠ يتحـدث عـن نظريـة تقنيـة النانـو أو أي مـن مظاهرهـا وعلاقتهـا بالصناعـة عاليـة التقنيـة لكـن اليـوم هنـاك عـشرات مـن مراكـز الأبحـاث الصينيـة والمئـات مـن الـشركات التـي تداخلـت

في إنتاج التقنيات ووصلت إلى صناعة بمليارات الدولارات وبالتركيز على المراكز الاقتصادية الصينية الكبيرة، نجد أن هذه المراكز المحلية تصل إلى ما يقارب ٩٠٪ من أبحاث وتطوير تقنية النانو.

بينما ظلت تقنية النانو في الصين مثلما في غيرها مرتكزة بشكل كبير على مرحلة البحث والتطوير، وهناك أكثر من ٣٠ منتج يقوم باستخدام مواد النانو في الصين، ويشمل قطاعات الأقمشة، البلاستيك، البور سلين، الشحوم والمطاط بالإضافة إلى استخدام التقنية في قطاع أنابيب كربون النانو، الذي بدأ البحث فيه في بداية عام ١٩٩٢، من خلال الجهود التي بذلتها الأكاديمية الصينية للعلوم، التي بدأت في ١٩٩٦ بتطوير تطبيقاتها التجارية وكانت أحد الشركات الناجحة في هذا المجال هي شركة شينزين لتقنية النانو المحدودة، التي قامت بتطوير دهانات مضادة للصدأ تستخدم مع براميل الزيت.

إن نصيب الصين من النشرات الأكاديمية عن تقنية النانو وعلومه والمواضيع الهندسية قد ارتفع من ٥,٧٪ في عام ١٩٩٥ إلى ١٨,٣٪ في عام ٢٠٠٤، مما وصل بالدولة من المرتبة الخامسة إلى المرتبة الثانية عالمياً كما ارتفع نصيبها من النشرات بازدياد مطرد خلال الخمس سنوات الماضية بينما انخفض نصيب ألمانيا واليابان باطراد.

قدرت الحكومة الصينية أن يتم صرف مبلغ ٢٥٠ مليون على تقنية النانو في عام ٢٠٠٥ بالمقارنة بدول مثل ألمانيا واليابان ولكن بعد تعديل هذه النفقات والبنية التحتية للصين وتكاليف العمالة، فإن نفقات الصين تعد الثانية بعد الولايات المتحدة.

إن جهود الصين نحو تحويل التقنية إلى التجارة قد تضاعفت بشدة،

وتم تخصيصها نحو تطبيقات أساسية لمواد النانو، الاليكترونيات وتطبيقات علوم الحياة.

كما أن الصين تملك ثلاثة مراكز وطنية لتقنية النانو وهي، بكين، شنغهاي وتيانجين ويعد المركز الوطني لعلوم وتقنيات النانو الذي يقع في بكين، المركز الرئيسي لأكاديمية علوم النانومتر ومركز الأبحاث التكنولوجية ويتعاون مركز شنغهاي الوطني لتطوير وتسويق تقنية النانو مع سبعة جامعات وبعض المعاهد، وتسعة شركات خاصة ويتم تمويله من قبل الجهات الحكومية، لجنة تطوير وإصلاح الدولة، والشركات الخاصة.

وقد أصبحت الصين الآن واحدة من زعماء العالم من حيث عدد الشركات المسجلة حديثًا في مجال صناعة النانو وعدد براءات الاختراع المتعلقة بها.

وخلاصة ذلك : فان على مدى السنوات الثلاث الماضية، زاد عدد الشركات في مجال صناعة النانو في الصين إلى أكثر من ٨٠٠ شركة وللصين ميزات فريدة عن باقي الدول الصناعية الأخرى؛ منها انخفاض تكاليف الأيدي العاملة وعدم وجود حواجز لتقنيات الجديدة والكمية الكبيرة من رؤوس الأموال الاستثمارية الأجنبية وانخفاض سعر العملة وانخفاض الضرائب ودعم الحكومة والسوق المحلية الكبيرة حيث يوجد أكثر من ١,٣ مليار مستهلك؛ كل هذه الأسباب مجتمعة تؤدي إلى ازدهار الصناعة في الصين ومنها صناعة النانو.

واقع النانو في الدول العربية :

في الخمسينيات ، أي في بداية التفكير فى تقنية النانو، تخيل عالم أمريكي اختراع طريقة لوضع المعلومات الموجودة فى مكتبة الكونجرس الأمريكى

أكبر مكتبة في العالم على سن دبوس، وقتها كان هذا الكلام محض خيال، واليوم وبعد ظهور تقنية النانو أوشك هذا الحلم الأمريكى أن يتحقق وبدأ اهتمام الأمريكان بهذه التقنية ورصدوا لها مبالغ خيالية ، وباستخدام النانو استطاع الجيش الأمريكي صنع بدله للجنود تتناسب مع أي طقس، فإذا كانوا في الصحراء تصيب النانو البدلة بالرطوبة، وإذا كانوا في مكان بارد تصيب النانو البدلة بالحرارة .

ولا يخفى على أحد أن إسرائيل بدأت فعلاً فى تطبيق تقنية النانو فى المجالات العسكرية وتحاول أن يكون لها السبق على الدول العربية فى هذا المجال.

أما الدول العربية فقد اجتمعت وتحمست وتكلمت عن تقنية النانو ،ولكنها للأسف الشديد لم تفعل شيئاً ملموساً على أرض الواقع ، باستثناء القليل منهاً واليوم الحكومات العربية أمامها فرصة ذهبية لامتلاك هذه التقنية ، لأنها لديها مقومات هذه التقنية من موارد مالية وعقول بشرية وهذا يتطلب رصد ميزانيات للإنفاق على هذه التقنية ، والتعاون المشترك فيما بينها، والاستفادة من علاقاتها الطيبة بالدول التى بدأت فعلاً تتقدم فى تقنية النانو مثل الصين واليابان وكوريا الجنوبية ولا ننكر أنه توجد عوائق لدى الكثير من الدول العربية ،وأكبرعائق يقف أمام تطور تقنية النانو فى تلك الدول هو الموارد المالية ، لأن الأجهزة المستخدمة فى النانوعالية التكاليف ، كما أن ثمة عائق آخر لا يقل أهمية عن الموارد المالية، ألا وهو توفير البيئة العلمية القادرة على استقطاب العلماء المتميزين فى هذا المجال.

النانو والمملكة العربية السعودية:

لقد أدركت المملكة العربية السعودية أهمية هذه التقنية وتطبيقاتها المستقبلية ، وكان هذا واضحاً من اهتمام خادم الحرمين الشريفين شخصياً

، وتبرعه من ماله الخاص ، وإنشاء معهداً متخصصاً فى تقنية النانو ،واستقطاب الكوادر العلمية المتميزة فى هذا المجال ، وإبرام العديد من الاتفاقيات المشتركة مع المعاهد العالمية المتخصصة فى تقنية النانو والمتتبع لأنشطة معهد الملك عبد الله لتقنية النانو سيرى أن هناك بحوث اً عملية تطبيقية قد أجريت باسم المعهد، وهذا يبشر بأن المملكة فى المستقبل القريب ستكون لها الريادة فى هذا المجال بما لديها من إمكانات مادية وبشرية.

ولا يزال حال العالم العربي من بحوث تقنيات النانو، نفس حاله من البحوث في المجالات الأخرى إن لم يكن أسوأ، إلا أن هناك اهتماماً بعقد المؤتمرات التعليمية، إذ عقدت المدرسة العربية للعلوم والتكنولوجيا في دمشق في أكتوبر ٢٠٠٢ م ندوة عن تقنيات الميكرو والنانو، وفي سبتمبر من عام ٢٠٠٣ م كانت تقنيات النانو محور الأسبوع العلمي الأردني، وفي مايو من عام ٢٠٠٣م عقدت في لبنان ندوة كان هذا المجال أحد محاورها المهمة، تحديات النانو العربي، ويعاني البحث العلمي في الوطن العربي من شح الإنتاج، وضعف في مجالات أساسية، وشبه غياب في حقول متقدمة مثل المعلومات والبيولوجيا الجزئية مع انخفاض الإنفاق عليه، وانخفاض عدد المؤهلين للعمل فيه، فلا يزيد عدد العلماء والمهندسين العاملين في الدول العربية على ٣٧١ لكل مليون من السكان، وهو أقل بكثير من المعدل العالمي البالغ ٩٧ لكل مليون.

وتواجه عملية ترويج نتائج البحث والتطوير صعوبات وعقبات أساسية؛ بسبب ضعف الروابط بين مؤسسات البحث والتطوير وقطاعات المجتمع الإنتاجية، وغياب الدعم المؤسسي، وعدم توافر البيئة العلمية المواتية لتنمية العلم وتشجيعه بالرغم من امتلاك العرب ثروة بشرية مهمة وقادرة على حفز صحوة معرفية، وكان اقتصار سياسات التصنيع العربية

على مفهوم اقتناء وسائل الإنتاج وعدم الاهتمام بالسيطرة على التقنيات وتوطينها؛ مما أضعف فرص منافسة المؤسسات العربية عالميا؛ لأن استيراد البلدان العربية للتقنية يحفز على تنمية المعرفة في الدول المصدرة لها، بينما يخنقها على الصعيد المحلي ومن ثَمَّ فإن معظم عمليات التصنيع والاقتناء التقني، التي قام بها العرب خلال نصف القرن الماضي، لم تؤِّد إلى الفائدة المرجوة.

المؤتمر العربي الدولي الأول لتقنيات النانو (٢٥-٢٨/٣/٢٠٠٨) الدوحة

لقد كان للصناعات المستقبلية ومنها صناعة النانو المتناهية في الصغر ذات الكثافة التكنولوجية العالية والقيمة المضافة المرتفعة دور حيوي في التحول نحو الاقتصاد المبني على المعرفة، وأن تقنيات النانو تبشر بثروة صناعية كبيرة يتوقع أن تدخل تطبيقاتها في كافة ميادين الحياة وجل مجالات الأنشطة الاقتصادية من ضمنها قاطرة الصناعة وفي هذا الإطار يأتي انعقاد هذا المؤتمر تنفيذاً لتوصيات ورشة العمل التى عقدت بالرباط عام ٢٠٠٦

الباب السادس

المستقبل والمخاطر

الباب السادس
المستقبل والمخاطر

تطبيقات النانو تكنولوجي في المستقبل:

كما رأينا فإن خواص المواد النانوية متميزة ورائعة وبالاستفادة من هذه الخواص يمكننا الوصول لتطبيقات أكثر خدمة للبشرية وأكثر تسريعاً وتسهيلاً لحياتنا اليوم منها:

صناعة الملابس :يجري العمل على تصنيع ملابس ستكون مقاومة للبقع والسوائل، وستحمي من أضرار الأشعة فوق البنفسجية كما أنها ستكون قادرة على توفير الاتصال بالإنترنت، أو شحن الأجهزة، ومراقبة الحالة الصحية لمرتديها !! كما قامت شركة لونار ديزاين بتصميم نموذج لجاكيت مستقبلي يتحول إلى أي شكل وأي لون يريده المشتري كما توجد محاولات لصنع ملابس تقيس النبض والتنفس وبيانات صحية وتنظف نفسها من الأوساخ والروائح.

في مجال الزراعة: قد تستخدم معدات نانوية لزيادة خصوبة التربة وزيادة الإنتاج الزراعي، مثل الزيوليتات ذات المسامات النانوية لإطلاق جرعات فعالة من الماء والمواد المخصبة للزرع وجرعات من الغذاء والدواء للمواشي.

وفي المجال العسكري يقوم بعض الخبراء بتطوير دبور آلي بمحرك نانوي يصور أهدافاً استخبارية ويطلق النار ويتسلل إلى العدو ويشوش أجهزة الاتصال كما يستخدم الجيش الأمريكي ألياف قتال تسمح بدخول الهواء ويمنع دخول الغازات السامة.

في مجال الأغذية: ويتم حالياً إجراء تجارب على استخدام النانو تكنولوجي في إنتاج مستشعرات حيوية قادرة على التقاط البكتيريا الدقيقة التي تصيب الطعام وتتسبب في إفساده، وبالتالي سيكون من السهل الحفاظ على حياة الإنسان، كما يجري العمل على إنتاج شراب لا لون له ولا طعم يحتوي مواد نانوية وعند وضعه في الميكروويف على تردد معين يتحول إلى عصيرالليمون وعلى تردد آخر يتحول إلى عصير التفاح وهكذا.

كما أجرى بعض الباحثين بجامعة بنسلفانيا الأمريكية تجارب على تحقيق إخفاء بعض الأجسام أو تقديم ميزة الشفافية إلي جسم مهما كان المادة المصنوع منها، حتى لو كان جسماً بشرياً وذلك من خلال الاعتماد على النانوتكنولوجي في كسر خطوط الضوء بزوايا معينة.

وحالياً يتم التفكير فى تصنيع أجهزة نانوية ذات خصائص ميكانيكية وكهربائية تحل بديلاً عن خلايا الدم الأصلية وتقوم بجميع وظائفها كما أن تقنية النانو تستطيع أن تقدم بديلاً للأعضاء والأجهزة البشرية تكون بكفاءة قريبة من الأصلية حيث تجرى الآن بحوث لاستبدال بعض الأعضاء التي تؤدي وظائف حركية كالعظام والعضلات والمفاصل بأعضاء نانوية تقوم بنفس المهمة.

التآزر مع الجينات

كان لتداخل تقنيّة النانو الحيويّة مع الكيمياء الحيويّة وعلمي الوراثة البيولوجيا الجزيئية، تأثير عميق في تطوّر طُرُق التشخيص والكشف المبكر عن الأمراض والمشاكل الصحيّة، خصوصاً التعرّف بدقّة على الأسباب المؤديّة إلى المرض.

وأدى هذا الأمر إلى تحقيق طفرة تكنولوجية كبيرة في صناعة الأدوية،

وابتكار طُرُق جديدة وفعّالة في عمليات توصيل الدواء إلى خلايا معينة في الجسم، وتقديم تقنيّات حديثة ومتقدّمة لقهر السرطان ودحره من دون تدخّل جراحي، إضافة إلى ابتكارات تتعلّق بموضوع زراعة الأنسجة في جسم الإنسان، خصوصاً اللثّة والأسنان وحقّق طب النانو خطوات من شأنها أن تقود إلى ثورة طبيّة شاملة، كما مثّلت تغييراً في مفاهيم طرق العلاج التقليدية جذرياً.

يتطلّب توطين تقنيّة النانو التركيز على مجالات محدّدة تتماشى مع توجّهات التنمية الوطنية، مع مراعاة الخبرات البشرية في نقل التكنولوجيا، ويجب بناء قاعدة معلومات لتقنيّات النانو تشمل الخبراء العرب العاملين في بحوث النانو، واتّفاقيات التعاون بين الدول العربية في بحوث النانو، والبرامج الوطنية لتقنيّات النانو في الدول العربية، والمراكز المتخصّصة بها عربيّاً وغيرها كما يجب استحداث قاعدة تكنولوجية عربية متخصّصة في تقنيّة النانو بهدف الإستفادة من الخبرات البشرية العربية في المهجر.

استهداف الجسيم النانوي

من الملاحظ أن الجسيمات النانوية تمثل مجالاً واعداً للتقدم في حقلي توصيل الدواء والتصوير الطبي بالإضافة إلى عملها كمستشعراتٍ تشخيصية إلا أنه على الرغم من ذلك فإن التوزيع الحيوي لتلك الجسيمات النانوية ما زال غير معلوم بسبب صعوبة استهداف أعضاءٍ محددةٍ بالجسم في حين أظهرت دراسة حديثة أجريت على أجهزة الإخراج للفئران أن قدرة مركَّبات الذهب علي استهداف أعضاءٍ محددةٍ تعتمد على حجمها وشحنتها ومن ثم فيتم طلاء تلك الجسيمات النانوية بدندريمر ويتم إعطائها شحنة محددة سواءً أكانت شحنةً إيجابيةٍ أم سلبيةٍ حيث وجد أن جسيمات الذهب النانوية موجبة الشحنة تخترق وتنفذ إلى الكلى في حين تبقى جسيمات الذهب

النانوية سالبة الشحنة بالكبد والطحال فقد افتُرِض أن شحنة السطح الموجبة تقلل معدل تطويق وهي تعني طلاء الكائنات الدقيقة بالأجسام المضادة لتتعرف عليها البالعات الجسيمات النانوية داخل الكبد، ومن ثم تؤثر على مسار الإخراج حتى لو كان حجمها يصل نسبياً إلى ٥ نانومترات، فإن هذه الجزيئات قد تتجزء داخل الأنسجة الخارجية أو السطحية، ومن ثم تتجمع داخل الجسم مع مرور الوقت كما أثبت التقدم في الدراسات أن عمليتي الاستهداف والتوزيع تتزايد مع استخدام الجسيمات النانوية، في حين تعد مخاطر التسمم النانوي الخطوة التالية في الإدراك والوعي المستقبلي لاستخداماتها الطبية.

التواصل الإلكتروني العصبي

يمثل التواصل العصبي الإلكتروني هدفاً مرئياً يتناول بنية الأجهزة النانوية التي ستسمح بتوصيل الحاسب وربطه بالجهاز العصبي وتتطلب تلك الفكرة بناء هيكل جزيئي يسمح باكتشاف وضبط النبضات العصبية بواسطة جهاز حاسب خارجي حيث تستطيع أجهزة الحاسب تفسير وتسجيل والاستجابة للإشارات التي يصدرها الجسم عندما يستشعر أحاسيسٍ مختلفة ويتزايد الطلب بكمية ضخمة على تلك البنية بسبب أن العديد من الأمراض تتضمن اضمحلال وانهيار الجهاز العصبي (ومنها مرض التصلب الجانبي التحللي ومرض التصلب المتعدد كما قد تُضعف الكثير من الاصابات والحوادث الجهاز العصبي مما يسفر عن اختلال النظم والشلل النصفي فلو استطاعت أجهزة الحاسب السيطرة على الجهاز العصبي من خلال وجهات التفاعل العصبي الإلكترونية، يمكن التحكم في المشكلات التي تُضعف الجهاز العصبي ومن ثم يمكن التغلب على تأثيرات الأمراض والإصابات وهنا يجب أن يوضع في الاعتبار توفير عاملين عند اختيار مصدر الطاقة لمثل تلك التطبيقات، يتمثلان في استراتيجيات

قابلـة لتمويـل الوقـود المسـتمر وغـير قابلـة للتمويـل فالاسـتراتيجية القابلـة لتمويـل الوقـود تعنـي أن الطاقـة يتـم ملئهـا باسـتمرار أو بشـكلٍ دوريٍ بالمصـادر الصوتيـة، الكيميائيـة، المغناطيسـية، والكهربائيـة في حـين تعنـي الاسـتراتيجية الغـير قابلـة للتمويـل بالوقـود أن كل القـوى تُسـتمد مـن تخزيـن الطاقـة الداخليـة التـي سـتتوقف عندمـا تسـتنفذ الطاقـة.

إلا أن أحـد قيـود ذلـك الاخـتراع يتمثـل في حقيقـة أن واجهـة التفاعـل الكهربائيـة هـي مسـألة ممكنـة حيـث تسـتطيع كلٌ مـن المجـالات الكهربائيـة، النبضـات الكهرومغنناطيسـية والمجـالات الأخـرى الناجمـة عـن اسـتخدام الأجهـزة الكهربائيـة الحيويـة (إن فيفـو: **in vivo**) أن تسـبب كلهـا واجهـات تفاعـل وتواصـل هـذا بالإضافـة إلى أنـه مطلـوب تواجـد عـوازلٍ سـميكةٍ بهـدف منـع تـسرب الإلكترونـات، كـما أنـه لـو ارتفعـت قـدرة توصيـل الوسـيط الحيوي (إن فيفـو) فسـتوجد مخاطـرة في فقـدان أو قصـور مفاجـيء في الطاقـة وفي النهايـة، مطلـوب توفـير أسـلاكٍ سـميكةٍ لتوصيـل مسـتويات الطاقـة الضروريـة بـدون زيـادة معـدلات التسـخين وعـلى الرغـم مـن توافـر الأبحـاث في المجـال، إلا أن تقدمـاً محـدوداً فقـط هـو مـا تـم تحقيقـه حيـث أنـه مـن الصعـب تكويـن شـبكة اسـلاكٍ للهيـكل أو البنيـة بسـبب أنـه يجـب وضعهـا بدقـةٍ داخـل الجهـاز العصبي ليصبـح قـادراً عـلى التحكـم والاسـتجابة للإشـارات العصبيـة كـما أنـه يجـب أن تكـون الهيـاكل أو البنيـات التـي تمثـل واجهـة التفاعـل والتواصـل متوافقـة مـع الجهـاز المناعـي للجسـم ومـن ثـم تصبـح قـادرة عـلى البقـاء والتواجـد لمـدةٍ طويلـةٍ بـدون التأثـر داخـل ذلـك الجسـم كـما أنـه يجـب أن تشـعر تلـك الهيـاكل بالتيـارات الأيونيـة بالإضافـة إلى قدرتهـا عـلى جعـل التيـارات تتدفـق عائـدةً للخلـف وفي حـين أن إمكانيـات تلـك الهيـاكل أو البنيـات تعـد مذهلة ومدهشـة، إلا أنـه لا يوجـد جـدولٌ زمنـي ليحـدد متـى سـتكون متاحـة في المسـتقبل.

يمثل علم التقنية النانوية الجزيئية إحدى مجالات الدراسة الفرعية المستقبلية لعلم التقنية النانوية الذي يهتم بإمكانية هندسة المجمعات الجزيئية، وهي تلك الآلات التي تعيد تنظيم وترتيب المادة على المقياس الجزيئي أو الذري إلا أن علم التقنية النانوية الجزيئية يتسم بأنه نظري بدرجةٍ عاليةٍ، حيث يسعى إلى توقع ماهية الاختراعات التي قد تُقَدَم في مجال التقنية النانوية بالإضافة إلى أنه يقترح أجندة عمل للتساؤلات المستقبلية بالإضافة إلى أن العناصر المقترحة لعلم التقنية النانوية الجزيئية ومنها المجمِّعات الجزيئية وروبوتات النانو بعيدة جداً عن الإمكانيات والقدرات الحالية.

الكيمياء والبيئة

تلعب تقنية الصغائر دوراً واضحاً في كلٍ من عمليتي التحفيز الكيميائي وأساليب الترشيح حيث توفر المركبات مواداً جديدةً ذات خصائص مصممة وسمات كيميائية محددة: وعلى سبيل المثال؛ الجزيئات النانوية ذات البيئة الكيميائية المحيطة المميزة (ليجاندز)، أو الخصائص البصرية الخاصة وذلك بمعنى أن الكيمياء تعد أحد العلوم النانوية الرئيسية ومن أحد التوقعات قصيرة المدى في المجال نستطيع أن نقول أن الكيمياء ستوفر مواداً نانويةً جديدةً، أما على المدى البعيد، فإن العمليات الأرقى ومنها عملية التجميع الذاتي ستدعم خطط واستراتيجيات توفير الطاقة والوقت بمعنى أن كل التركيبات الكيميائية يمكن فهمها من خلال مفردات تقنية الصغائر، نتيجة قدرتها على تصنيع جزيئات محددة ومن ثم، تشكل الكيمياء قاعدةً أساسيةً لتقنية النانو التي توفر الجزيئات المصممة خصيصاً، والبوليمرات بالإضافة إلى العناقيد والجسيمات النانوية.

ترشيح نانوي

من المتوقع أن يظهر للكيمياء الضوئية تأثيراً قوياً على كلٍ من عمليات

معالجة المياه المستعملة وتنقية الهواء بالإضافة إلى أجهزة تخزين الطاقة حيث يمكن استخدام الطرق الميكانيكية أو الكيميائية في تطبيق أساليب الترشيح الفعالة وتُبنى إحدى فئات أساليب الترشيح على استخدام الأغشية ذات أحجام ثقوبٍ ملائمةٍ، مما يسمح بضغط السائل عبر الغشاء وتعد الأغشية المسامية النانوية ملائمةً لعملية الترشيح الميكانيكي ذات المسام متناهية الصغر لما يقل عن ١٠ نانومترات (الترشيح النانوي) التي قد تتكون من أنابيب نانوية غشائية ويستخدم الترشيح النانوي بصورةٍ رئيسيةٍ في عملية إزالة الأيونات أو فصل السوائل المختلفة وعلى نطاقٍ أعرض، فإن أساليب ترشيح الأغشية يطلق عليها عملية الترشيح النانوي، وتعمل فيما بين أحجام تتراوح بين ١٠ و١٠٠ نانومتر ولعل أحد المجالات الهامة لتطبيقات ترشيح نانوي يتمثل في الأغراض الطبية ومنها عملية الغسيل الكلوي وتوفر الجزيئات النانوية المغناطيسية طريقةً معتمدةً وفعالةً لإزالة ملوثات المعادن الثقيلة من المياه المستعملة من خلال الاستفادة من أساليب الفصل المغناطيسي وتزيد الجزيئات النانوية من كفاءة القدرة على امتصاص الملوثات بالإضافة إلى أنها بالمقارنة بطرق الترسيب والترشيح التقليدية تعد رخيصة التكلفة.

وتُعرض بالأسواق الآن بعضاً من الأجهزة المستخدمة لمعالجة المياه باستخدام تقنية النانو، إلا أن المزيد منها في طور التطوير والتنمية وقد أثبتت دراسة حديثة أن طرق فصل الأغشية النانوية منخفضة التكلفة فعالة في إنتاج المياه الصالحة للشرب.

وعلى الصعيد العسكرى إليكم مختصر شديد لتصورات استخدامات النانو تكنولوجي في المجال العسكري:

١- المجال الخصب لها هو مجال التجسس حتى أن البعض

يخشى بأن الحياة المدنية للأشخاص ستكون مكشوفة للعيان مع هذه التقنية المخيفة فماذا لن يكون هناك خصوصية لأحد في منزله فالدول المتقدمة توصلت لصنع طائرات تجسس بحجم راحه اليد بواسطة تقنية النانو وفي مجال صناعة الأسلحة والقنابل فالميدان خصب لإنتاجها بتقنية النانو [أ] فعلى سبيل المثال فإن أصغر حشرة تكون بحجم **٢٠٠** مايكرون وهذا يمثل الحجم المناسب للأسلحة القادرة على تعقب الأشخاص غير المحميين وحقن السموم في أجسادهم هذه الجرعات المميتة تبلغ **١٠٠** نانوجرام أو **١/ ١٠٠** من حجم السلاح .

ومن الأفكار المطروحة وتوجهات التوظيف العسكري الراهن للتكنولوجيا:

١. ايجاد بديل إلكتروني للجزء الحيوي من الأدمغة البشرية المعروف باسم (قرن آمون)، للوصول إلى وضع يستطيع معه صاحب الدماغ المعدل إلكترونياً تحميل الذاكرة بمئات أضعاف ما هو متاح طبيعياً، وتخزين التعليمات المعقدة، والقدرة على تحقيق الاتصال والتواصل بين دماغ بشري وآخر.
٢. صناعة أقراص تغير عمليات الاستقلاب في خلايا أجسام الجنود بما يمنحهم القدرة على البقاء لعدة أيام بدون نوم أو طعام.
٣. ٣-صنع روبوتات تكاد تطابق الكائنات الحية، مصممة على غرار الصراصير، تستطيع التسلق على الجدران والسلالم والتضاريس الصخرية المختلفة.
٤. استخدام نحل قادر على اكتشاف المتفجرات.
٥. صنع أنظمة ترصد من مسافة بعيدة الحالة الذهنية للأشخاص المشكوك

فيهـم، أو المرغـوب فى مراقبتهـم والتجسـس عـلى أفكارهـم، باسـتخدام تقنية قريبـة مـن التصويـر بالرنـين المغناطيسي ، بحيـث تتمكـن هـذه الأنظمـة مـن كشـف نوايـا الشـخص وقـراءة أفـكاره مسـبقاً .

مخاطر النانوتكنولوجى

أن كل تقنيــة جديــدة محفوفــة بالمخاطــر بطبيعتهــا، فالكثــير مــن النــاس يصابـون أو يقتلـون سـنويًا مـن حـوادث الكهربـاء والسـيارات والمـواد الكيميائية أو الطاقـة النوويـة مـن أجـل جنـي فوائـد التقنيـات الجديـدة وجعلهـا مقبولـة لـدى المجتمـع يجـب أن يكـون هنـاك تصـور عـام بـأن المخاطـر مفهومـة تمامـاً ويمكـن التحكـم فيهـا ويصبـح واضحـاً مـن هـو المسـئول ، ولكـن كل هـذا مفقـود حاليـاً في تقنيـة النانـو.

الجوانب الاجتماعية:

مشـكلة واحـدة محتملـة مـع تقنيـة النانـو هـي الطريقـة التـي يتـم بهـا تنفيذهـا وتسـويقها التقنيـة النانويـة تتسـلل إلى حياتنـا دون أن يلاحظهـا أحـد بدرجـة كبـيرة وبصـورة لا جـدال فيهـا، إذ لم يسـمع كثـير مـن النـاس عـن هـذا الموضـوع أو لا يهتمـون بـما فيـه الكفايـة للحصـول عـلى معلومـات حولـه.

مـن المؤكـد أن هنـاك مجموعـات ناشـطين تدعـو إلى فـرض حظـر عـلى اسـتخدام الجسـيمات النانويـة في المنتجـات الاسـتهلاكية وعلـماء السـموم تتزايـد جهودهـم فى البحـث عـلى مـواد النانـو، والهيئـات الحكوميـة تكافـح مـن أجـل نـشر المعرفـة حـول هـذا الموضـوع ومناقشـة الحاجـة إلى ضوابـط جديـدة.

الجهـود عـلى أبحـاث تقنيـة النانـو مكثفـة وتغذيهـا مليـارات الـدولارات مـن تمويـل البحـوث في كل عـام ستسـبب تقنيـة النانو تغيـيراً تقنيـاً هائـلاً وإن كان في خطـوات صغـيرة قائمـة المشـاكل المحتملـة طويلـة، وكحـال جميـع المجـالات

سوف نرى مجموعة كبيرة من المعضلات والصراعات الأخلاقية والمعنوية والاقتصادية والتنظيمية والطبية غير نانوية.

وعلى الرغم من التطبيقات الواسعة لتقنية النانو في الوقت الحاضر التي تشمل جميع نواحي الحياة، إلا أن هناك الآن اهتماماً كبيراً في البحث عن إمكانية حدوث آثار جانبية لاستخدام هذه التقنية في حياة الإنسان والوسط المحيط به.

إن الجسيمات النانوية نتيجة لصغرها الشديد يمكن أن تنفذ بسهولة شديدة من خلال الجلد والرئتين والأجهزة المعوية للإنسان بدون معرفة تأثيرها على الصحة البشرية، ومن ناحية أخرى هل يمكن الاعتقاد بأن استنشاق المواد النانوية (مثل الجسيمات النانوية، الكرات النانوية، أنابيب الكربون النانوية،....) سوف يؤدي إلى سريان هذه المواد داخل الجسم ومن ثم وصولها إلى المخ.

ولابد من الإشارة هنا إلى أنه لا يوجد أي تنظيمات أو قوانين محددة وواضحة تحدد الأضرار والأخطار الناتجة عن استخدام المواد النانوية وذلك بسبب اختلاف خصائص وأحجام تلك المواد النانوية وأيضا اختلاف درجة سُميّة تلك المواد، كما أنه لا يوجد الآن تجارب وبحوث كثيرة حول أخطار هذه التقنية إلا بعض الأبحاث القليلة على فئران التجارب، ولقد أشارت بعض التجارب إلى أن الجسيمات النانوية عند استنشاقها يمكن أن تُحدِث التهاباً في الرئتين أكثر مما تُحدِثه الجسيمات ذات الحجم الكبير من نفس النوع، كما أشارت دراسة أخرى إلى أن الجسيمات النانوية قد تسببت في موت بعض القوارض وحدوث تلف للمخ في السمك، وتشير دراسات أخرى على تلوث الهواء إلى أن زيادة تركيز الجسيمات النانوية في الهواء سوف يؤدي إلى زيادة انتشار الأمراض والوفاة.

وعلى العموم فلا بد للعاملين في تقنية النانو أن يتخذوا كافة أنواع درجات الحذر والاحتياطات اللازمة لتفادي استنشاق المواد النانوية على جميع أنواعها أو ملامستها لجلد الإنسان.

الوجه المرعب لتكنولوجيا النانو :

تذكر منيرة العبدالله أن الصناعة الجزيئية رفعت احتمال تصنيع أسلحة ذات تأثير فظيع جداً فعلى سبيل المثال فإن أصغر حشرة تكون بحجم ٢٠٠ مايكرون وهذا يمثل الحجم المناسب للأسلحة القادرة على تعقب الأشخاص غير المحميين وحقن السموم في أجسادهم هذه الجرعات المميتة تبلغ ١٠٠ نانو جرام أو ١/ ١٠٠ من حجم السلاح لذلك فإن جهازاً واحدا يمكن حمله في حقيبة يد واحدة يمكنه قتل ٥٠ مليار شخص وهي كافية لقتل كل البشر على الأرض وستكون الأسلحة اليدوية بجميع أشكالها أقوى أكثر بكثير من ذي قبل، ورصاصاتها قد تتمكن من التعقب الذاتي للضحية كما أن الأجهزة الفضائية ستكون أخف وأعلى في الأداء من ذي قبل، وذلك بصناعتها بقليل من المعادن إن لم يكن بدونها وستكون أصعب في الضبط على الرادار أما بالنسبة للحاسبات فستتمكن من التحكم وتشغيل الأسلحة عن بعد وستتطور صناعة الروبوتات المستقبلية .

ولكن السؤال المهم، هل هذه الأسلحة ستكون مصدراً للاستقرار أو العكس؟ فعلى سبيل المثال فإن الأسلحة النووية كانت المقيدة والمانعة للحروب الكبيرة منذ اختراعها، ولكن أسلحة النانو تكنولوجي مختلفة عن الأسلحة النووية فالاستقرار النووي ناتج عن أربعة عوامل على الأقل، أوضحها هو التدمير الهائل الذي قد ينتج عن الحروب النووية الشاملة وحرب النانوتيك الشاملة مكافئة لذلك على المدى القصير إلا أن الحرب النووية تتسبب في إفراز دمار وتلوث أقل بكثير مع أسلحة النانوتيك .

والأسلحة النووية تتسبب في خراب شامل وغير محدد بعكس أسلحة النانو التي يمكنها أن تحدد أهدافها كما أن الأسلحة النووية تحتاج إلى جهود مضنية في البحث والتطوير الصناعي وهذا يجعل من الممكن تعقب تطوراتها بسهولة أكثر من نماذج أسلحة النانو التي تتطور باستمرار وبسرعة وبتكلفة أقل .

وأخيراً، فإن الأسلحة النووية لا يمكن تسليمها ونقلها بسهولة قبل الحاجة إلى استخدامها والعكس صحيح مع أسلحة النانوتك .

إن مميزات مثل عدم القدرة على تحديد ومعرفة قدرات العدو، وعدم امتلاك الوقت الكافي للتحرك ورد الفعل تجاه الاعتداء، والاستهداف الأفضل الذي يمتلكه العدو ضد موارد وثروات الطرف الآخر من الحرب، جميعها تجعل من جيل أسلحة النانو أقل استقراراً بالإضافة إلى ذلك فإنه عند عدم التحكم الكامل وبشدة في النانوتك فإن عدد الدول التي ستمتلك النانوتك في العالم سيكون أعلى بكثير من الدول النووية مما يزيد من فرصة انفجار النزاعات الإقليمية .

يقول الأدميرال ديفيد جيريمايا نائب رئيس قيادة الأركان في الولايات المتحدة الأمريكية المتقاعد في خطاب ألقاه عام ١٩٩٥ في مؤتمر التنبؤ بتكنولوجيا النانو الجزيئية: الاستخدامات العسكرية للصناعات الجزيئية محتملة بشكل أكبر من الأسلحة النووية وذلك لتغيير موازين القوى جذرياً .

وهناك مقال لتوم مكارثي يستكشف فيه هذه النقاط بتفصيل أكبر إنه يناقش الطرق التي يمكن لتكنولوجيا النانو الإخلال بالتوازن في العلاقات الدولية من خلالها، فسوف تقلل من التأثير والتكافؤ الاقتصادي، وتشجع

عـلى اسـتهداف الأشـخاص المعارضـين للـشركات والأسـلحة، وسـتقلل مـن قـدرات الدولـة في مراقبـة أعدائهـا وعنـد تمكـن العديـد مـن الـدول أن تكـون هدّامـة عالميـاً، فسـتلغى قـدرة الـدول العظمـى في حراسـة السـاحة الدوليـة وبجعـل الجماعـات الصغـيرة مكتفيـة ذاتيـاً مـن الأسـلحة فـإن ذلـك سيشـجع عـلى انقسـام الـدول القائمـة حاليـاً .

عـادة مـا تقـول المجموعـات الصناعيـة :إن هـذه النتائـج بعيـدة الاحتـمال، أو بعيـدة لدرجـة لا تحتـاج إلى إنذارنـا اليـوم. إلا أن **CRN** وهو مركـز تكنولوجيا النانـو المسـئول يؤمـن بـأن تطويـر تكنولوجيـا النانـو يمكـن أن يتسـارع بخطوات تجعلنـا في لحظـة مـا غـير مدركـين وغـير مسـتعدين لها.

كـما بـرزت العديـد مـن الانتقـادات والمخـاوف مـن تطبيـق تكنولوجيـا النانـو مثلـما حـدث قبـل ذلـك للهندسـة الوراثيـة، وبالنسـبة لاسـتخدام التقنيـة في مجـال الطـب والجراحـة، ظهـر مـا يدعـو للقلـق وهـو قـدرة الروبوتـات متناهيـة الصغـر عـلى اخـتراق جهـاز المناعـة للجسـم البـشري، أو الدخـول إلى غشـاء خلايـا الجلـد والرئـة، وبإمكانهـا أيضـاً أن تتسـلل إلى حاجـز دم الدمـاغ، وأظهـرت دراسـة لمركـز جونسـون للفضـاء والتابـع لوكالـة الفضـاء الأمريكيـة ناسـا أن نانـو أنابيـب الكربـون أكثـر ضرراً من غبار الكوارتز الذي يسبب أمراضا مميتة في أماكن العمل .

والخـوف الأكـبر مـن هـذه التقنيـة أن تسـتخدم لأغـراض لا إنسـانية حيـث أشـار المتخصصـون إلى أن هـذه التقنيـة قـد تـؤدي لظهـور جـود الرمـادي وهـو عبـارة عـن آلـة متقدمـة تكنولوجيـا، دقيقـة الحجـم، تسـتطيع أن تستنسـخ نفسـها بنفسـها، أي تتكاثـر ذاتيـا وبـلا حـدود لتتحـول إلى جحافـل مـن التجمعـات الآليـة الصغـيرة تقتلـع أي شيء في طريقهـا بحيـث تبيـد كل شيء عـلى وجـه الأرض.

وقال جون م بالبوس، خبير النانوتكنولوجي في إنفيرومنتال ديفنس، وهي مجموعة تأييد، نادت بزيادة الاستثمار في مجال بحث السلامة إلى اكثر من الضعف ووضع بعض القيود على استخدام بعض منتجات النانو: ولكننا لا نعرف كيف نجد هذه الأشياء في الجسم أو كيفية قياسها في الهواء اذ يوجد الكثير من النقص في المعلومات .

وتتجه الدول حاليا إلى تصنيع أسلحة نانومترية غير تقليدية وذكية تستطيع التعرف على ضحاياها من خلال المادة الوراثية، ونشرت صحيفة معاريف الإسرائيلية مؤخراً تقريراً كاملاً حول حرب نانوتكنولوجية محتملة قريباً بدأت تضع معالمها المؤسسة الحربية العسكرية الأمنية الإسرائيلية حيث باشرت عملياً بتوظيف أحدث ما وصلت إليه هذه التكنولوجيا النانوية، وكشفت الصحيفة عن روبوت شخصي يتبع الجنود ويجر وراءهم الذخيرة والتموين، وكذلك عن غلاف دفاعي يشمل مواقع كاملة ويزودها بالرد المناسب الأوتوماتيكي في مواجهة أي تهديد، إضافة إلى وجود عاكس يبين للجنود ما يجري خلف الجدران من الجانب الآخر .

ومعنى هذا أن جيوش المستقبل لن تكون جيوشا تقليدية بأي حال، بل ستكون مكونة من محاربين نانويين يمكن إرسالهم إلى أية بقعة معادية للقضاء على كل من فيها من بشر خلال ساعات قليلة، وذلك بعد أن تنتهي أجهزة الكمبيوتر من تهيئة الجو لهذه الجيوش، عن طريق تدمير شبكات الاتصال والطاقة الكهربائية، بحيث تكون المنطقة المستهدفة مهيأة تماماً كي تقوم جحافل النانو بعملها .

ولخطورة هذه التقنية الجديدة فقد خصصت الدول المتقدمة ميزانيات هائلة لتطوير أبحاثها في هذا المضمار، وتقف الولايات المتحدة على رأس قائمة هذه الدول حيث خصصت ميزانية هائلة تقدر بتريليون دولار حتى عام ٢٠١٥، وتحرص أمريكا كذلك على جذب علماء النانو إذ يصل جيشها

منهم إلى ٤٠٠٠٠ عالم نانوي.

وورد فى تقرير علمى من ألمانيا انه بدأت بوادر مشاكل النانو حينما لاحظ الموظف الألمانى كلينمان وجود مشاكل فى التنفس عندما تم وضع منظف الحمام ماجيك نينو فى أحد حمامات الينوس توول ورك فقام بسحبه لكن، بعد تعرض ما يقرب من ١٠٠ مستخدم لمشاكل في التنفس .

ونشرت منظمة **Green peace** العالمية أخيراً بياناً بينت فيه أنها لن تدعو إلى حظر على أبحاث النانو مشيرة إلى أن الانسان اليوم على أبواب عصر جديد في جميع النواحي، فلا يمكن الوقوف فى وجه هذا التطور، لكنها دعت إلى محاولة تقليص السلبيات قدر الإمكان ولخص الكاتب المجالات التى ينتقد فيها هذه التقنية فى مجالين الأول هو أن النانو جزيئات صغيرة جداً إلى الحد الذي يمكنها من التسلل وراء جهاز المناعة في الجسم البشري، وبإمكانها أيضاً أن تنسل من خلال غشاء خلايا الجلد والرئة، وما هو أكثر إثارة للقلق أن بإمكانها أن تتخطى حاجز دم الدماغ الثانى فهو الخوف من أن يصبح النانو روبوت ذاتي التكاثر، أي يشبه التكاثر الموجود في الحياة الطبيعية، فيمكنه أن يتكاثر بلا حدود ويسيطر على كل شيء في الكرة الأرضية وتابع مستشهداً وتقول رئيسة العربية لحماية الطبيعة رزان زعيتر إن المتلاعبين بالطبيعة والمصممين على السيطرة عليها لا التعايش معها لم يكتفوا بالتحوير الوراثي للمواد الطبيعية والبذور، فبدأوا بالتلاعب بالمواد على مستوى الذرات والجزيئات.

وتكنولوجيا النانو تتسرب من المختبرات إلى حقول الحياة المختلفة دون النظر في مخاطرها أو تطوير قوانين تنظيمية تتحكم بهاوتابعت قولها أن الخطير في الموضوع أن استعمالات هذه التكنولوجيا قد بدأت تتسرب إلى حقل المواد الغذائية والقطاع الزراعي، من دون معرفة المستهلكين أو حتى فتح

باب النقاش الاجتماعي حولها، وإجراء الاختبارات الكافية حول سلامتها.

لذلك تعقد منظمات البيئة والصحة العالمية في كافة أرجاء العالم مؤتمرات لبحث المخاطر التي قد تنجم من استخدام هذه التقنية، ونظم أول اجتماع عالمي لبحث أضرار النانو تكنولوجي في بروكسل عام ٢٠١٧.

بين سيتون انتوني من معهد طب في أدنبره باسكتلندا في دراسة نشرها أخيرا أن أنابيب الكربون النانومترية التي تعد بثورة تكنولوجية غير مسبوقة، قد تكون ضارة وقاتلة للكائنات الحية بما فيها الانسان، لذا يجب التعامل مع هذا العلم بحرص شديد، وقد طالب باستبعاد الأغذية من هذا التطور التكنولوجي حفاظاً على البشر.

وأظهرت تجربة جديدة من جامعة روتشيستر أجريت على فئران تنفست جزيئات النانو وتبين فيما بعد انها استقرت في الدماغ والرئتين، مما أدى إلى مضاعفات صحية خطيرة .

كما تبين آخر التطورات التي طرأت على تكنولوجيا النانو أنه تم تطوير جوارب تحتوي على جزيئات نانو سيلفر تمنع رائحة القدمين، لكن تبين أن لها عواقب وخيمة على جسم الإنسان فهذه الجزيئات بكتيرية وهي قادرة على قتل البكتيريا النافعة المهمة في تحطيم المواد العضوية في النفايات ومحطات المعالجة أو المزارع.

وأظهرت دراسة جامعة اكسفورد أن نانو جزيئات ثاني أكسيد التيتانيوم الموجودة في المراهم المضادة للشمس أصابت الحمض النووي **DNA** للجلد بالضرر كما أظهرت دراسة في شهر مارس الماضي من مركز جونسون للفضاء التابع لناسا أن نانو أنابيب الكربون تعد أكثر ضرراً من غبار الكوارتز الذي يسبب السيليكوسيس، وهو مرض مميت يحدث في

أماكن العمل.

أسلحة نانو خطر محدق بالبشرية جمعاء

حذر الخبراء من خطر الأسلحة العسكرية الصغيرة (بحجم الحشرات) التي يجري تطويرها من قبل الجيش، على البشرية جمعاء.

ونشر لويس ديل مونتي، عالم الفيزياء من مينيسورا، العديد من التحذيرات حول الأسلحة الصغيرة التي يطلق عليها اسم **nanoweapons**، حيث يمكن أن تؤدي إلى نشوب حرب عالمية مدمرة، مما قد يؤدي إلى انقراض البشر بحلول نهاية القرن.

ويرى السير ديل مونتي أن النهوض بتكنولوجيا النانو، يمكن أن يكون أشد خطورة من الأسلحة النووية التقليدية، وخاصة في ظل استثمار الولايات المتحدة وروسيا والصين لمليارات في عمليات البحث .

وقال ديل مونتي، إن هذه التكنولوجيا التي قد تخلق أسلحة مميتة بحجم الحشرات، ستحث حكومات العالم على المنافسة في سباق التسلح الأكثر دموية على الإطلاق.

ويوجد احتمال كبير أن تكون هذه الأسلحة العسكرية سبباً في انقراض البشرية هذا القرن حيث تأتي الأسلحة على شكل روبوتات تشبه الحشرات، يمكن برمجتها لأداء مجموعة من المهام المرعبة، مثل تسميم البشر وتلويث الغذاء وامدادات المياه.

وتجدر الإشارة إلى صعوبة رصد الروبوتات القاتلة المصنوعة من تكنولوجيا النانو، كما يتوقع السيد مونتي أيضا أن الإرهابيين سيحصلون على هذه الأسلحة النانوية في غضون السنوات الثلاث المقبلة، عبر السوق

السـوداء.

وقـال السـيد ديـل مونتـي: يعتقـد معظـم البـشر أن انقـراض الحيـاة عـلى الأرض سـيكون بسـبب تأثـير كويكـب كبـير أو ثـوران بـركاني ضخـم، ولكـن في واقـع الأمـر، تشـكل هـذه الأسـباب نسـبة ضئيلـة نسـبيا بمعـدل ١ إلى ٥٠ ألفـاً أو أقـل.

وقـال خـبراء المؤتمـر العالمـي للمخاطـر الكارثيـة في جامعـة أكسـفورد، بالتنبؤ بالأمـر لأول مـرة عـام ٢٠٠٨، حيـث قالـوا إن تكنولوجيـا النانـو الجزيئيـة تعـد واحـدة مـن أكثـر الطـرق المحتملـة لإبـادة البشريـة.

فبالأمـس القريـب كانـت لدينـا أسـلحة الدمـار الشـامل ، و تتضمـن السـلاح البيولوجـي ، والسـلاح الكيميائـي ، والسـلاح النـووي وذلـك لإنتـاج أسـلحة فتاكـة ذات تأثـير فعـال سريـع ثـم تطـوّر الأمـر ليصبـح لدينـا خليـط مـن السـلاح أكثـر ضراوة يجمـع بـين الأسـلحة الثلاثـة السـابقة، وقـد تـم للقوى العظمـى ذلـك مما أذهـل العـالم مـن خطـورة ذلـك الناتـج العجيـب واليـوم تـم الانتقـال تمامـاً مـن تلـك الأسـلحة التقليديـة حديثـة العهـد إلى السـلاح المعتمـد عـلى تقنيـه النانـو رغـم الجوانـب الايجابيـة التـي قـد تحملهـا تقنيـة النانـو إلى المسـتقبل مـن تطـور وتسـهيل حيـاة، إلا ان هنالـك الكثـير مـن الخـبراء الذيـن يـرون أن اسـتخدام هـذه التقنيـة في مجـالات معينـة مـن الحيـاة قـد يكـون لـه عواقـب غـير محمـودة قـد تـؤدى إلى إبـادة الجنـس البـشرى.

أهم المصادر والمراجع:

- مقدمة فى تقنية النانو، محمد الصالحى وعبد الله الضويان.
- تقنية النانو أين ستقودنا ، عبدالله الضويان ومحمد الصالحى .
- مقالات من جريدة الأهرام المصرية –مجلة النانو السعودية.
- ما هي تقنية النانو – نهى علوي الحبشي.
- تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل – أ.د. محمد شريف .
- تكنولوجيا النانو مفهوم وتصورات– محمد الزهراني.
- النانوتكنولوجي بين المفهوم والتطبيق –محمد عبدالحميد .
- الوجه المرعب للنانو منيرة العبدالله .
- تقنية نانونية الموسوعة الحرة ويكيبيديا .
- البحث العلمي والتنمية المستدامة في الوطن العربي– النعيمي.
- الصين والطفرة في صناعة النانو– سلمان بن عبدالعزيز الركبان.

فهرس المحتويات

مقدمة ٥

الباب الأول

التعريف والتاريخ والأهمية

تاريخ تقنية النانو.. ١٠

تقنية النانو ١٣

مبادئ تميز تقنية النانو: ١٦

خواص المواد النانوية:.. ١٧

أشكال المواد النانوية: ١٩

الباب الثاني

مجالات تطبيق النانو تكنولوجي

تطبيقات النانو تكنولوجي: ٢٥

الأغذية النانوية ٢٦

الأدوات المنزلية:.. ٢٧

البصريات: ٢٧

الأنسجة: ٢٨

في مجال الطب: ٢٨

فى مجال الصناعة : ٢٩

التطبيقات الصحية: ٣٠

– الشاشات:.. ٣٠

-تقنية النانو والزراعة والغذاء: ٣١
فى مجال التنمية ٣١
مجال الفضاء : ٣١
تقليص استهلاك الطاقة ٣٣
زيادة كفاءة إنتاج الطاقة ٣٣
استخدام أنظمة للطاقة أكثر صداقة مع البيئة ٣٤
إعادة تدوير البطاريات.. ٣٤
المعلومات والاتصالات.. ٣٥
تخزين الذاكرة.. ٣٥
أجهزة أشباه الموصلات الجديدة............................. ٣٥
حاسب كمومي ٣٧
الفضاء ٣٧
الإنشاءات... ٣٧
التصفية والمصافي : ٣٨
تصنيع المركبات ٣٨
مصعد الفضاء (عجائب الدنيا في المستقبل).................. ٣٨
الصناعات الثقيلة: ٣٨
تحولات الماس ٣٩
في مجال صناعة الورق :...................................... ٤٠
بطاريات جديدة من فيروسات معدلة وراثياً بتقنية النانو :.............. ٤٠
تطبيقات النانو تكنولوجي في مجال الإلكترونيات: ٤١

الباب الثالث

تطبيقات النانوتكنولوجي في الطب

الكشف عن الأمراض: مجسات حيوية نانوية ٥٠

في علاج السرطان:... ٥٠

في مجال الأدوية والعقاقير: ٥١

في مجال العمليات الجراحية:... ٥١

التصوير الطبي:.. ٥٢

مسحوق النانو : ٥٢

الأنابيب النانومترية :... ٥٣

الحوامل النانومترية وعلاج السرطان ٥٣

علم أمراض الكلى النانوي ٥٣

علاج مرض السكري : ٥٦

مستقبل طب النانو : ٥٧

الباب الرابع

تطبيقات في مجال الزراعة

لماذا نستخدم النانو تكنولوجى فى الزراعة : ٦٣

تقنية النانو تكنولوجى ودورها فى النهوض بالحاصلات البستانية ٦٣

ما هو دور الأسمدة النانوية فى النبات؟ ٦٣

أهم مميزات الأسمدة النانوية: ٦٤

النانو تكنولوجي وإستخدامها في التسميد ٦٧

الكربون نانو تيوب ٧١

النانو بست سايد.. ٧٢

القضاء على الآفات باستخدام تكنولوجيا النانو ٧٤

الباب الخامس

العالم وتطبيقات النانوتكنولوجي

تجارب دول العالم والعرب في مجال تنمية تقنية النانو تكنولوجي ٧٩

واقع النانو في الولايات المتحدة: ٧٩

واقع النانو في روسيا: ٨٠

واقع النانو في إسرائيل : ٨١

واقع النانو في تايوان : ٨١

النانو في سنغافورة وماليزيا : ٨٢

الصين وطفرة في صناعات النانو : ٨٣

وا قع النانو في الدول العربية : ٨٥

النانو والمملكة العربية السعودية:.................................. ٨٦

الباب السادس

المستقبل والمخاطر

تطبيقات النانو تكنولوجي في المستقبل: ٩١

التآزر مع الجينات.. ٩٢

استهداف الجسيم النانوي ٩٣

التواصل الإلكتروني العصبي.. ٩٤

الكيمياء والبيئة ٩٦
ترشيح نانوي ٩٦
مخاطر النانوتكنولوجى ٩٩
الوجه المرعب لتكنولوجيا النانو : ١٠١
أسلحة نانو خطر محدق بالبشرية جمعاء ١٠٧
أهم المصادر والمراجع: ١٠٩